

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Instituto de Economia (IE)

**Programa de Pós-Graduação em
Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento (PPED)**

Luís Fernando Pfeil Gomes Pereira

Decisões de Investimento e Desenvolvimento Sustentável

RIO DE JANEIRO

2012

LUÍS FERNANDO PFEIL GOMES PEREIRA

DECISÕES DE INVESTIMENTO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Tese submetida ao Corpo Docente do Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de DOUTOR em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento.

Orientador: Prof. Carlos Eduardo Frickmann Young, Phd

RIO DE JANEIRO
2012

P525d Pfeil, Luís Fernando.

Decisões de investimento e desenvolvimento sustentável /
Luís Fernando Pfeil. – Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de
Janeiro, 2012.

xix, 241 p. : il. color. ; 31 cm.

Orientador: Carlos Eduardo Frickmann Young.

Tese (Doutorado) – Instituto de Economia, Programa de Pós-
Graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento,
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

Bibliografia: p. 166-170.


1. Decisões de investimento. 2. Sustentabilidade. 3.
Desenvolvimento sustentável. I. Universidade Federal do Rio de
Janeiro. Instituto de Economia. II. Young, Carlos Eduardo Frickmann.
III. Título.

CDD 333.7


LUÍS FERNANDO PFEIL GOMES PEREIRA**DECISÕES DE INVESTIMENTO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

Tese submetida ao Corpo Docente do Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de DOUTOR em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento.


BANCA EXAMINADORA:




Carlos Eduardo Frickmann Young
Professor (orientador), Phd



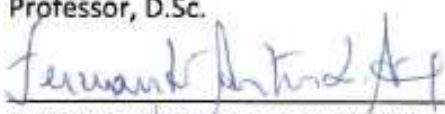
Ana Célia Castro
Professora, Phd



Peter Herman May
Professor, Phd



Celso Funcia Lemme
Professor, D.Sc.



Fernando Antonio Lucena Aiube
Professor, D.Sc.

SETEMBRO/2012

Ao meu pai e professor,
Cemaruh Gomes Pereira.

À Viviane Manso,
minha namorada.

À minha neta,
representante das gerações futuras,
Beatriz Pfeil.

Agradecimentos

Escrever uma tese de doutorado requer um enorme investimento, que não seria possível sem a ajuda de muitas pessoas, às quais sou profundamente grato.

Ao professor Cadu Young, pelo estímulo para candidatar-me ao Programa de Doutorado e pela orientação ao longo da tese.

À professora Ana Célia, pela incansável dedicação ao PPED e aos seus alunos.

Aos demais professores membros da banca, Peter Herman May, Celso Funcia Lemme e Fernando Antonio Lucena Aiube.

Aos professores do IE/PPED, em especial a Lena Lavinias, Maria Lúcia Werneck, Mario Possas, Paulo Tigre, Ronaldo Fiani e Valéria da Vinha.

Aos colegas de doutorado e aos funcionários da secretaria.

Ao professor F. M. Scherer, da Universidade de Harvard, pelo exemplo de mestre e pela carta de recomendação ao doutorado.

À Petrobras, onde trabalho há 32 anos. Em particular, ao Bruno Guimarães, Gerente de Análise de Projetos de Investimentos, por ter acreditado na “rentabilidade” deste projeto de tese. Aos colegas de trabalho, pelas valiosas contribuições recebidas ao longo de sua elaboração.

À Viviane, pela inspiração, carinho e apoio em todos os momentos.

Às minhas filhas: Elisa, Raquel e Natália, aos genros e à Beatriz, pelos preciosos momentos de alegria e felicidade.

Aos meus pais, irmãos e familiares. Ao Rubeni, pelo prazer das longas conversas.

Aos amigos, em especial, Marcos Cotrim, Luiz Antônio, Regina, Maria Dulce e a turma de Niterói.

“Você é livre para fazer suas escolhas,
mas é prisioneiro das consequências.”
Pablo Neruda

RESUMO

Decisões de Investimento e Desenvolvimento Sustentável

PFEIL, Luis Fernando. Decisões de Investimento e Desenvolvimento Sustentável. Rio de Janeiro, 2012. Tese (Doutorado em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento) - Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento, Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

Esta tese tem por objeto a análise das decisões de investimento nas organizações e sua potencial contribuição para o desenvolvimento sustentável. A literatura sobre instituições ajuda a entender o hiato entre discurso e prática nas decisões de investimento. Informação imperfeita, racionalidade limitada dos indivíduos, complexidade e incerteza dos ativos influenciam negativamente as estratégias dos decisores. Em consequência, compromete-se a geração de renda e o desenvolvimento sustentável.

Como metodologia foram desenvolvidos quatro modelos teóricos complementares. O primeiro modelo, "**Instituição-Estratégia-Desenvolvimento**", foi concebido a partir da constatação de que diferentes correntes de pensamento possuem em comum a representação de indivíduos interagindo em situação de conflito. Este pode ser transformado em cooperação pela existência de estruturas institucionais que influenciem as estratégias dos indivíduos, com impacto sobre o desenvolvimento. Assim, também nos processos decisórios de alocação de recursos, instituições (regras de decisão) influenciam as estratégias (decisões de investimento) e contribuem, conseqüentemente, para o desenvolvimento sustentável.

O segundo modelo, "**Como transformar barris de petróleo em IDH**", procura demonstrar que é máximo o Índice de Desenvolvimento Humano quando adotadas as regras de decisão do referencial teórico: para os projetos de produção, o máximo Valor Presente Líquido (considerando externalidades econômicas, sociais e ambientais) e, para projetos socioambientais, o mínimo Custo-Efetividade.

O terceiro modelo propõe o estabelecimento de uma "**Fronteira de Brundtland**", que mostra como as escolhas no presente, envolvendo investimento e consumo, afetam as gerações futuras. Estes três modelos metodológicos apresentam simultaneamente uma

formalização teórica de como investir para maximizar o IDH e garantir a sustentabilidade.

Entretanto, no mundo real, os problemas decorrentes de informação imperfeita influenciam negativamente as estratégias dos decisores na alocação de recursos. Assim, o último modelo trata da necessidade de “**Inovação Institucional**” no que se refere às decisões de investimento, para promoção do desenvolvimento sustentável. Para isto é fundamental o fortalecimento das estruturas de governança nas organizações, envolvendo tanto o setor privado, com práticas de responsabilidade social corporativa, quanto o setor público, através de suas políticas governamentais. Finalmente, é importante ressaltar que a inovação nas decisões de investimento deve vir acompanhada de uma inovação no ensino das escolas de negócio.

Palavras-chave: Decisões de Investimento, Sustentabilidade.

ABSTRACT

Investment Decisions and Sustainable Development

PFEIL, Luis Fernando. Decisões de Investimento e Desenvolvimento Sustentável. Rio de Janeiro, 2012. Tese (Doutorado em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento) - Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento, Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

The purpose of this thesis is to analyze how investment decisions may contribute to sustainable development. The literature about institutions is useful to understand the gap between rhetoric and practice. Problems arising from imperfect information influence negatively the strategies of decision-makers and, as a consequence, damage income generation and sustainable development.

This thesis develops as a methodology four complementary theoretical models.

*The first one, “**Institutions – Strategy – Development**”, was originated taking into account that various schools of thought have in common the representation of individuals interacting in a situation of potential conflict. This conflict may be transformed into cooperation by the existence of institutional structures influencing the strategies of individuals, and in turn, impacting development. Likewise, in the process of resources allocation, institutions (decision rules) may influence strategies (investment decisions) and contribute to sustainable development.*

*The second model, “**How to transform barrels of oil into Human Development Index (HDI)**”, demonstrates that HDI peaks when the investment decision rules of the theoretical framework are used. That is, for production projects, maximum Net Present Value (taking into account economic, social and environmental externalities); and for social-environmental projects, minimum Cost Effectiveness.*

*The third model illustrates through the design of the “**Brundtland Frontier**” how choices made today, related to investment and consumption, affect future generations.*

The previous models present a theoretical framework of how to invest to maximize

*HDI and guarantee sustainability. But in the real world, problems due to imperfect information influence negatively the strategies of decision makers when allocating resources. Therefore, the last model addresses the need of “**Institutional Innovation**”, with respect to investment decision in order to promote sustainable development.*

To achieve this goal, it is essential to strengthen the governance structures in organizations, involving both the private sector with corporate social responsibility, and governments, through their public policies. Finally, it is important to mention that innovation in investment decisions must be followed by institutional innovation in business schools.

Key words: Investment Decisions, Sustainability

Lista de Figuras, Quadros e Tabelas

Figura II.4.1: Custo-Efetividade de Emissões Evitadas.....	16
Figura II.4.2: Modelo DPSIR	18
Figura II.4.3: Analogia entre DPSIR e ECP	19
Figura II.4.4: Custo-Efetividade de Conservação da Biodiversidade	20
Quadro II.6.1: Casos possíveis de projetos	29
Quadro II.6.2: Sustentabilidade e Decisões de Investimento	31
Figura III.1.1: Indivíduos e Instituições	37
Figura III.1.2: Modelo Estrutura, Conduta e Performance	41
Figura III.1.3: Modelo “Instituição-Estratégia-Desenvolvimento”	42
Figura III.1.4: Modelo IED e Decisões de Investimento	42
Figura III.1.5: Inovação Institucional.....	43
Tabela III.2.1: Carteira de Projetos de Exploração e Produção	47
Tabela III.2.2: Externalidades dos Projetos de E&P	48
Tabela III.2.3: Carteira de Projetos Socioambientais	49
Figura III.2.1: Quadrantes	53
Figura III.2.2: Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)	54
Figura III.2.3: Custo Marginal Empresarial	55
Figura III.2.4: Custo Marginal para a Sociedade	58
Tabela III.2.4: Custo de Uso dos Projetos de Exploração e Produção	59
Figura III.2.5: Custo-Efetividade (\$/ISA)	60
Figura III.2.6: Ilustração do Problema	62
Tabela III.2.5: Resultados obtidos através das variáveis de decisão dos projetos	71
Tabela III.2.6: Resultados obtidos através das variáveis de decisão institucionais	72
Figura III.2.7: Ilustração dos Resultados	81
Figura III.2.8: Regras de Decisão	82
Figura III.2.9: Interpretação gráfica dos resultados	83
Figura III.2.10: Trade - off RSDpc versus ISA	84
Figura III.2.11: Disposição a pagar (DAP) igual ao Custo-Efetividade	85

Tabela III.3.1: Fluxo de caixa equivalente	86
Figura III.3.1: Possibilidades de consumo na ausência de mercados financeiros	87
Figura III.3.2: Possibilidades de consumo na presença de mercados financeiros	88
Figura III.3.3: Possibilidades de consumo na presença de mercados produtivos	89
Figura III.3.4: Decisão ótima de investimento empresarial	90
Figura III.3.5: Decisões de consumo	92
Figura III.3.6: Decisões de consumo em função das preferências	94
Figura III.3.7: Decisões de investimento versus preferências de consumo	95
Figura III.3.8: Decisão ótima de investimento sustentável	96
Figura III.3.9: Decisões de consumo para investimento sustentável	98
Figura III.3.10: Riqueza, investimento e consumo	99
Figura III.3.11: Decisões de investimento e consumo sustentáveis	101
Figura III.3.12: Decisões de investimento e consumo sustentáveis (diferentes curvas) ...	103
Figura III.3.13: Decisões de investimento e consumo intertemporais	104
Figura III.3.14: Decisão ótima sustentável	105
Figura III.3.15: Decisão ótima privada - <i>Business as usual</i>	106
Figura III.3.16: Sub-investimento	107
Figura III.3.17: Investimento para atingir meta de produção não econômica	108
Figura III.3.18: Sobre-investimento	109
Figura III.3.19: Anomalias nas decisões de investimento	110
Figura III.3.20: Decisões de consumo e investimento	111
Figura III.3.21: “Fronteira de Brundtland”	112
Figura III.3.22: Investimento, Consumo e Riqueza	113
Figura III.3.23: Decisões de Investimento e Riqueza	114
Figura III.3.24: Padrão <i>as usual</i>	115
Figura III.3.25: Padrão Sustentável	118
Figura III.3.26: Decisões investimento e PIB	119
Figura III.4.1: Máximo IDH	120
Tabela III.4.1: Resultado Estágio E1	121

Figura III.4.2: IED - Estágio E1	122
Tabela III.4.2: Estágio 1	123
Tabela III.4.3: Resultado Estágio E2	124
Figura III.4.3: Estágio E2 - Custos Privados	125
Figura III.4.4: IED - Estágio E2	126
Tabela III.4.4: Estágio 2	127
Tabela III.4.5: Estágio 3	128
Figura III.4.5: Estágio E3 - Conflito de Interesses	129
Tabela III.4.6: Estágio E3 - Percepções dos stakeholders (\$/bbl)	130
Tabela III.4.7: Estágio E3 - Percepções dos stakeholders (MM\$/ano)	130
Figura III.4.6: Estágio E3 - Disputa por Renda	131
Figura III.4.7: Estágio E4 - Alinhamento de interesses público e privado	133
Tabela III.4.8: Estágio E4 - Percepções dos stakeholders (\$/bbl)	134
Tabela III.4.9: Estágio E4 - Percepções dos stakeholders (MM\$/ano)	134
Figura III.4.8: Estágio E4 - Custos Privados e para a Sociedade	135
Tabela III.4.10: Estágio E4	136
Figura III.4.9: Responsabilidade social corporativa ou governamental?	137
Tabela III.4.11: Política com limites exagerados de emissão de CO2	139
Figura III.4.10: Custo de Oportunidade para Redução de Emissão de CO2	140
Tabela III.4.12: Metas de produção e investimento	142
Figura III.4.11: Custo do Emprego Gerado	143
Figura III.4.12: Custo da Divisa Economizada	143
Figura III.4.13: Fundo Social	144
Figura III.4.14: Políticas de inovação, conteúdo nacional e custo marginal	146
Tabela III.4.13: Políticas de inovação e conteúdo nacional competitivo	147
Tabela III.4.14: Política de inovação sem conteúdo nacional competitivo	148
Tabela III.4.15: Sem políticas de inovação e de conteúdo nacional competitivo	149
Figura III.4.15: Políticas Governamentais e Custo-Efetividade	151
Tabela III.4.16: Com política de gerenciamento e com inovações tecnológicas	152

Tabela III.4.17: Sem política de gerenciamento e com inovações tecnológicas	153
Tabela III.4.18: Com política de gerenciamento sem inovações tecnológicas	154
Tabela III.4.19: Sem política de gerenciamento e sem inovações tecnológicas	155
Figura III.4.16: Trajetória de inovação institucional na análise de investimentos	158
Figura III.4.17: Inovações institucionais no campo das políticas públicas	159
Figura III.4.18: Trajetória de inovação e conteúdo nacional competitivo	160
Figura III.4.19: Impacto das inovações com gerenciamento de projetos	161
Figura III.4.20: Impacto das inovações sem gerenciamento de projetos	162
Tabela B.1: Análise Empresarial - Preço do contrato	178
Tabela B.2: Análise Empresarial - Preço mínimo	179
Figura C.1: Custo da Divisa Economizada inferior à Taxa de Câmbio	184
Figura C.2: Custo da Divisa Economizada igual à Taxa de Câmbio	184
Figura C.3: Custo da Divisa Economizada superior à Taxa de Câmbio	185
Figura C.4: Custo da Divisa Economizada muito superior à Taxa de Câmbio	185
Figura D.1: Análise Distributiva - Imposto de Importação	186
Figura D.2: Análise Distributiva - Poluição	186
Figura D.3: Análise Distributiva - Subsídios	187
Figura E.1: IDH do Brasil	189
Figura E.2: IDH dos Países	190
Tabela F.1: Curvas de Preferências - Indivíduos mais consumistas - $U_f(Co,C1)$	195
Tabela F.2: Curvas de Preferências - Indivíduos menos consumistas - $U_f(Co,C1)$	196
Tabela F.3: Curvas de Preferências - Indivíduos com consumo sustentável - $U_f(Co,C1)$...	197
Figura F.1: Curvas de Preferências - $U_f(Co,C1)$	198
Tabela F.4: Curvas de Preferências - Indivíduos com consumo sustentável - $U_g(Co,C1)$..	201
Figura F.2: Curvas de Preferências - $U_f(Co,C1)$ e $U_g(Co,C1)$	202
Tabela F.5: Anomalias nas decisões de investimento - $U_f(Co,C1)$	203
Tabela F.6: Anomalias nas decisões de investimento - $U_g(Co,C1)$	204
Tabelas G.1 a G.7: Fluxos de Caixa sem gerenciamento de projetos	206
Tabelas G.8 a G.14: Fluxos de Caixa com gerenciamento de projetos BAU	213

Tabelas G.15 a G.21: Fluxos de Caixa com gerenciamento de projetos sustentável	220
Tabelas G.22 a G.28: Fluxos de Caixa acumulado de projetos sustentáveis	227
Tabela H.1: Fluxo de Caixa sem custo de uso	236
Tabela H.2: Fluxo de caixa com custo de uso	237
Tabela H.3: Fluxo de Caixa do Fundo	238
Tabela I.1: Dados para Cálculo do Custo-Efetividade	240
Tabela I.2: Resultados do Cálculo do Custo-Efetividade	241

Sumário

Capítulo I - Introdução	1
Capítulo II - Referencial Teórico sobre Decisões de Investimento	6
II.1 - Diretrizes	6
II.2 - Dimensão Econômica Empresarial	10
II.3 - Dimensão Econômica para a Sociedade	11
II.4 - Dimensão Ambiental	11
II.4.1 - Impactos locais	12
II.4.2 - Impactos Globais e Mudanças Climáticas	14
II.4.3 - Impactos Globais e Biodiversidade	16
II.4.3.1 - Modelo DPSIR	18
II.4.3.2 - Análise de Investimentos para Conservação	19
II.4.4 - Sustentabilidade e Medidas de Desenvolvimento	21
II.4.5 - O Princípio da Sustentabilidade Fraca e a Regra de Hartwick	24
II.4.6 - Medidas de Renda Sustentável na Extração Mineral	26
II.5 - Dimensão Social	28
II.5.1 - Análise de Custo-Efetividade	28
II.5.2 - Análise Distributiva	29
II.6 - Interesse Privado versus Público	29
II.6.1 - Conflito de interesses em Projetos	29
II.6.2 - O Papel dos Governos	30
Capítulo III - Metodologia	33
III.1 - Modelo 1: “Instituição-Estratégia-Desenvolvimento”	34
III.1.1 - Os Institucionalistas	34
III.1.2 - Os Evolucionistas ou Neo-Schumpeterianos	38
III.1.3 - Visão Baseada em Recursos (VBR)	39
III.1.4 - Adeptos da Organização Industrial	40
III.1.5 - Elementos Comuns	41

III.2 - Modelo 2: “Como transformar barris de petróleo em IDH”	44
III.2.1 - Dados	44
III.2.2 - Estratégias de Investimento	50
III.2.3 - Modelo de Seleção de Investimentos	63
III.2.4 - Método de Lagrange	73
III.2.5 - Resultados obtidos	81
III.2.6 - Interpretação gráfica dos resultados	83
III.3 - Modelo 3: “Fronteira de Brundtland”	86
III.3.1 - Finanças Corporativas: Decisões de Investimento e Consumo	86
III.3.2 - Finanças Corporativas e Sustentabilidade	100
III.3.3 - Anomalias nas Decisões de Investimento	105
III.3.4 - A “Fronteira de Brundtland”	111
III.3.5 - Produto Ambientalmente Ajustado	116
III.4 - Modelo 4: “Inovação Institucional”	120
III.4.1 - O mundo real da informação imperfeita	120
III.4.2 - Estágio 1: Análise sem Gerenciamento de Projetos	121
III.4.3 - Estágio 2 : Análise com Gerenciamento de Projetos (BAU)	124
III.4.4 - Estágio 3 : Análise com Gerenciamento sob ótica da Sociedade	128
III.4.5 - Estágio 4 : Resolvendo o conflito	132
III.4.6 - Responsabilidade Socioambiental: Empresa ou Estado?	137
III.4.7 - Decisões de Investimentos e Políticas Públicas	138
III.4.7.1 - Limites exagerados de emissão de CO2	138
III.4.7.2 - Metas de produção a qualquer custo	141
III.4.7.3 - Inovação tecnológica e conteúdo nacional competitivo	145
III.4.7.4 - Gerenciamento e inovação socioambiental	150
III.4.7.5 - Inovação nas escolas de negócio	156
III.4.8 - Análise dos Resultados	158
Capítulo IV - Conclusões	163
Referências Bibliográficas	166

Apêndices	171
Apêndice A - Conferência sobre Desenvolvimento Sustentável: Rio+20	172
Apêndice B - Análise Econômica sob a Ótica Empresarial	176
Apêndice C - Análise Econômica sob a Ótica da Sociedade	180
Apêndice D - Dimensão Social: Análise Distributiva	186
Apêndice E - Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do Brasil	188
Apêndice F - Curvas de Preferências Intertemporais	191
Apêndice G - VPL dos Projetos de E&P	205
Apêndice H - Demonstrativo do Custo de Depleção	234
Apêndice I - Custo-Efetividade dos Projetos Socioambientais	239

Capítulo I – Introdução

O discurso das organizações frequentemente inclui compromissos com responsabilidade social, sustentabilidade e respeito aos diferentes *stakeholders*. O problema com que se defronta esta pesquisa é em que medida a prática das organizações, no que se refere às decisões de investimento, revela coerência com o discurso.

Esta tese tem por objeto a análise das decisões de investimento nas organizações e sua potencial contribuição para o desenvolvimento sustentável. Quer-se investigar, adicionalmente, até que ponto o arcabouço teórico existente é consistente, suficiente, possui indicadores que auxiliem a tomada de decisão e é praticado pelas organizações, de modo a garantir a coerência com o discurso da sustentabilidade.

A relevância do tema é evidenciada pela realização da Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, a Rio+20, na cidade do Rio de Janeiro, em junho de 2012. A Conferência teve como objetivo a renovação do compromisso político com o desenvolvimento sustentável, a avaliação do progresso na implementação das decisões adotadas em cúpulas anteriores e a discussão de dois temas principais: (a) economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza; e (b) estrutura institucional para o desenvolvimento sustentável. O Apêndice A apresenta um resumo das principais questões contidas no documento final da Conferência, *The Future We Want*, assinado pelos Chefes de Estado e de Governo dos países-membros das Nações Unidas (ONU, 2012).

Esta tese trata da alocação de recursos considerando as dimensões econômicas, sociais e ambientais. No que se refere aos aspectos econômicos, este trabalho se limitará, nas decisões de investimento, ao critério do Valor Presente Líquido (VPL), reconhecidamente o mais apropriado quando se tem como objetivo a maximização da renda da organização (BREALEY, MYERS e ALLEN, 2011). Assim, não serão abordados refinamentos em finanças corporativas - compatíveis com o VPL - relacionados a risco, opções reais etc. Estes tópicos têm sido amplamente explorados por diversos autores. A escolha que se faz na abordagem deste trabalho é privilegiar o entrelaçamento das dimensões econômicas, sociais e ambientais, em suas questões mais fundamentais.

Esta pesquisa tem os seguintes objetivos:

- Descrever os fundamentos principais do referencial sobre as decisões de investimento e suas implicações sobre a sustentabilidade, considerando aspectos econômicos, sociais e ambientais.
- Verificar se este arcabouço teórico é suficientemente consistente e se possui indicadores que auxiliem a tomada de decisão.
- Apresentar alguns elementos do referencial teórico sobre instituições - entendidas como normas, convenções, pactos, rotinas, crenças compartilhadas etc. - e avaliar em que medida este referencial amplia o entendimento sobre as decisões de investimento.
- Construir modelos teóricos que facilitem o entendimento da relação de causalidade entre as escolhas de investimento e seus reflexos em termos de desenvolvimento sustentável.
- Avaliar as métricas utilizadas para orientar a alocação de recursos e verificar se estas são adequadas para garantir o alcance do desenvolvimento sustentável.
- Avaliar as métricas utilizadas para medição do desenvolvimento, verificar se estas são compatíveis com os princípios da sustentabilidade ou se há necessidade de inovação institucional.
- Enfim, contribuir para o encaminhamento de algumas questões discutidas na Rio+20, em especial:

[...] broader measures of progress to complement GDP in order to better inform policy decisions

[...] evaluation of the range of social, environmental and economic factors and [...] their integration into decision making.

[...] best practices in applying policies on green economy in the context of sustainable development and poverty eradication at all levels;

[...] models or good examples of policies of green economy in the context of sustainable development and poverty eradication;

[...] methodologies for evaluation of policies of green economy in the context of sustainable development and poverty eradication;

[...] prioritize sustainable development in the allocation of resources in accordance with national priorities and needs [...] (ONU, 2012, p.6 et seq.).

As hipóteses consideradas são as seguintes:

- Há, na literatura, um referencial teórico sobre as decisões de investimento e suas implicações sobre a sustentabilidade que considera aspectos econômicos, sociais e ambientais.
- Este arcabouço teórico é consistente e possui indicadores que podem auxiliar a tomada de decisão.
- Este referencial teórico, entretanto, nem sempre é utilizado pelas organizações em suas práticas de negócio (*business as usual*), o que compromete a aplicação do discurso da sustentabilidade na prática empresarial.
- As métricas utilizadas para a alocação de recursos, bem como para a medição do desenvolvimento nem sempre são compatíveis com os princípios da sustentabilidade, havendo necessidade de inovação institucional.
- O referencial teórico sobre instituições ajuda a entender o hiato entre discurso e prática nas decisões de investimento. Informação imperfeita, racionalidade limitada dos indivíduos, complexidade e incerteza dos ativos influenciam negativamente as estratégias dos decisores. Em consequência, compromete-se a geração de renda, o alcance de metas sociais e a conservação dos recursos naturais.
- Diante do hiato, há necessidade de inovação institucional, no que se refere às decisões de investimento, para promoção do desenvolvimento sustentável.

A parte metodológica compõe-se de quatro modelos teóricos complementares, que têm por objetivo construir um marco conceitual para auxiliar as decisões de investimento, tendo em conta o desenvolvimento sustentável. Os modelos são:

- **Modelo 1 - “Instituição-Estratégia-Desenvolvimento”**: ilustrativo de alguns elementos de consenso nas diferentes correntes de pensamento referentes ao tema. Este modelo é útil tanto no entendimento das relações de causalidade entre Instituições, Estratégias e Desenvolvimento, quanto no desenvolvimento dos modelos a seguir.

- **Modelo 2 - “Como transformar barris de petróleo em IDH”:** procura estabelecer uma relação entre as estratégias de investimento na produção de uma reserva petrolífera hipotética e seus impactos no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH).
- **Modelo 3 - “Fronteira de Brundtland”:** revisita o referencial teórico tradicional de finanças corporativas, incorporando os conceitos de sustentabilidade e mostrando como as escolhas no presente, acerca dos recursos, afetam as gerações futuras.
- **Modelo 4 - “Inovação Institucional”:** a partir da constatação de que no mundo real as instituições (incluindo os processos de decisão de investimento) não são eficientes, este modelo aponta caminhos para uma inovação institucional que possa contribuir para o desenvolvimento sustentável.

Em outras palavras, a elaboração desta tese tem como fio condutor sete perguntas-chave:

1. Há o discurso da sustentabilidade?
2. Há um referencial teórico para as decisões de investimento que considere a sustentabilidade?
3. Esse referencial teórico é consistente?
4. Há sempre coerência entre discurso e prática nas organizações?
5. A literatura sobre instituições ajuda a explicar a questão da coerência?
6. As instituições relacionadas às decisões de investimento são sempre eficientes?
7. Se essas instituições não são eficientes, o que fazer?

Como resposta às perguntas anteriores, a tese levou às seguintes conclusões:

1. Há o discurso da sustentabilidade, evidenciado, por exemplo, pela realização da Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, a Rio+20, em 2012.

2. Há na literatura um referencial teórico para as decisões de investimento considerando os *stakeholders*, analisando as diferentes dimensões da sustentabilidade (econômica, social e ambiental).
3. Este referencial teórico é consistente, conforme demonstrado na tese pelo desenvolvimento dos modelos: “Como transformar barris de petróleo em IDH” e a “Fronteira de Brundtland”.
4. No mundo real, entretanto, este referencial teórico, embora consistente, nem sempre é utilizado pelas organizações, o que compromete o discurso da sustentabilidade.
5. A literatura sobre instituições ajuda a entender a falta de coerência nos processos decisórios de alocação de recursos. Instituições (regras de decisão) influenciam as estratégias dos agentes (decisões de investimento) com reflexos no desenvolvimento. Esta relação de causalidade é explorada no modelo “Instituição-Estratégia-Desenvolvimento”.
6. Instituições nem sempre são eficientes. Problemas derivados de informação imperfeita influenciam a alocação de recursos, comprometendo o desenvolvimento.
7. As advertências de North (1990) de que as instituições não são necessariamente socialmente eficientes serviram de motivação para o desenvolvimento do modelo de “Inovação Institucional”, aplicado às decisões de investimento para promoção do desenvolvimento sustentável.

Capítulo II - Referencial Teórico sobre Decisões de Investimento

II.1 – Diretrizes

Ganham relevância mundial nos negócios as questões ligadas à responsabilidade social e ao desenvolvimento sustentável. Diferentes diretrizes sociais e ambientais vêm sendo desenvolvidas, visando orientar decisões corporativas e financeiras, tais como: Pacto Global das Nações Unidas (*UN Global Compact*), *Principles for Responsible Management Education (PRME)*, *Globally Responsible Leadership Initiative (GRLI)*, Agenda 21, Objetivos do Milênio, ISO 26000, Princípios do Equador de Financiamento de Projetos, Padrões do *International Finance Corporation* etc. A seguir, uma breve descrição de cada uma dessas referências.

O documento final da Rio+20 reconhece que:

*46. [...] the implementation of sustainable development will depend on active engagement of both the public and private sectors. We recognize that the active participation of the private sector can contribute to the achievement of sustainable development, including through the important tool of public-private partnerships. We support national regulatory and policy frameworks that enable business and industry to advance sustainable development initiatives taking into account the importance of corporate social responsibility. We call on the private sector to engage in responsible business practices, such as those promoted by the **UN Global Compact** (ONU, 2012, p.7).*

Assim, o Pacto Global das Nações Unidas (**UN GLOBAL COMPACT**), lançado em julho de 2000, tem como objetivo principal mobilizar a comunidade empresarial internacional para a adoção, em suas práticas de negócios, de valores fundamentais, derivados da Declaração Universal de Direitos Humanos, refletidos em 10 princípios:

Direitos Humanos

- 1) As empresas devem apoiar e respeitar a proteção de direitos humanos reconhecidos internacionalmente; e
- 2) Assegurar-se de sua não participação em violações destes direitos.

Trabalho

- 3) As empresas devem apoiar a liberdade de associação e o reconhecimento efetivo do direito à negociação coletiva;
- 4) A eliminação de todas as formas de trabalho forçado ou compulsório;
- 5) A abolição efetiva do trabalho infantil; e
- 6) Eliminar a discriminação no emprego.

Meio Ambiente

- 7) As empresas devem apoiar uma abordagem preventiva aos desafios ambientais;
- 8) Desenvolver iniciativas para promover maior responsabilidade ambiental; e

9) Incentivar o desenvolvimento e difusão de tecnologias ambientalmente amigáveis.

Contra a Corrupção

10) As empresas devem combater a corrupção em todas as suas formas, inclusive extorsão e propina (ONU, 2000, p.1).

O Pacto Global conta com a adesão de 5.200 organizações (empresas, sindicatos, organizações não-governamentais), das quais 422 brasileiras¹, articuladas por 150 redes ao redor do mundo.

Outra iniciativa das Nações Unidas, dirigida para a academia, são os Princípios para a Educação em Gestão Responsável (*Principles for Responsible Management Education-PRME*)² que foram inspirados em valores internacionalmente aceitos como os princípios do Pacto Global.

They seek to establish a process of continuous improvement among institutions of management education in order to develop a new generation of business leaders capable of managing the complex challenges faced by business and society in the 21st century.

In the current academic environment, corporate responsibility and sustainability have entered but not yet become embedded in the mainstream of business-related education. The PRME are therefore a timely global call for business schools and universities worldwide to gradually adapt their curricula, research, teaching methodologies and institutional strategies to the new business challenges and opportunities.

Taking the Six Principles as a guiding framework, any institution which is willing to integrate corporate responsibility and sustainability in a gradual but systemic manner is welcome to join the initiative (PRME, 2012, p.1).

Ainda no âmbito do PRME, uma iniciativa do Pacto Global, em conjunto com a *European Foundation for Management Development (EFMD)*, para formação de líderes globalmente responsáveis, é a *Globally Responsible Leadership Initiative (GRLI)*. Em 2005, Kofi Annan, então Secretário Geral, declarou:

All of us – the private sector, civil society, labour unions, NGOs, universities, foundations and individuals – must come together in an alliance for progress. Together, we can and must move from value to values, from shareholders to stakeholders, and from balance sheets to balanced development. Together, we can

¹ Dentre elas figuram Petrobras, Vale, Bradesco, Banco do Brasil, Odebrecht, Braskem e CPFL.

² Dentre as instituições internacionais envolvidas destacamos: Harvard, MIT, Columbia, Yale, INSEAD e EFMD. As brasileiras incluem entre outras: Fundação Getúlio Vargas, PUC- RJ e Fundação Dom Cabral.

and must face the dangers ahead and bring solutions into reach (GRLI, 2005, p. 6)..

Durante a Rio 92 os países participantes assinaram a Agenda 21 Global, que:

pode ser definida como um instrumento de planejamento para a construção de sociedades sustentáveis, em diferentes bases geográficas, que concilia métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica.

A Agenda 21 Brasileira é um instrumento de planejamento participativo para o desenvolvimento sustentável do país, resultado de uma vasta consulta à população brasileira. Foi coordenado pela Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e Agenda 21 (CPDS); construído a partir das diretrizes da Agenda 21 Global; e entregue à sociedade, por fim, em 2002.

A Agenda 21 Local é o processo de planejamento participativo de um determinado território que envolve a implantação, ali, de um Fórum de Agenda 21. Composto por governo e sociedade civil, o Fórum é responsável pela construção de um Plano Local de Desenvolvimento Sustentável, que estrutura as prioridades locais por meio de projetos e ações de curto, médio e longo prazos. No Fórum são também definidos os meios de implementação e as responsabilidades do governo e dos demais setores da sociedade local na implementação, acompanhamento e revisão desses projetos e ações (MMA, 2011, p.1).

Em 2000, a Organização das Nações Unidas, ao analisar os maiores problemas mundiais, estabeleceu os Objetivos do Milênio – ODM, descritos abaixo:

ODM 1: Erradicar a extrema pobreza e a fome
ODM 2: Atingir o ensino básico universal
ODM 3: Promover a igualdade entre os sexos e a autonomia das mulheres
ODM 4: Reduzir a mortalidade infantil
ODM 5: Melhorar a saúde materna
ODM 6: Combater o HIV/aids, a malária e outras doenças
ODM 7: Garantir a sustentabilidade ambiental
ODM 8: Estabelecer uma Parceria Mundial para o Desenvolvimento
(PNUD, 2005, p. xii).

É interessante observar que dentre as recomendações do documento constam:

As estratégias de redução da pobreza [...] devem servir de base à intensificação dos investimentos públicos, reforço de capacidades, mobilização dos recursos nacionais e ajuda pública ao desenvolvimento. Devem, igualmente, proporcionar uma **estrutura para fortalecer a governança**, promoção dos direitos, humanos, participação da sociedade civil e promoção do setor privado. **As estratégias de redução da pobreza baseadas nos ODM devem basear-se numa avaliação dos investimentos** e políticas necessárias para atingir os Objetivos até 2015 [...] (PNUD, 2005, p. xiv, grifo nosso).

Vale ressaltar a existência do Portal ODM (2012) que apresenta dados relacionados aos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) de cada um dos 5.564 municípios brasileiros.

Em 2010, foi lançada a Norma Internacional ISO 26000 – Diretrizes sobre Responsabilidade Social, que tem no Brasil sua correspondência à ABNT NBR ISO 26000. Define-se responsabilidade social como a

responsabilidade de uma organização pelos impactos de suas decisões e atividades na sociedade e no meio ambiente, por meio de um comportamento ético e transparente que contribua para o desenvolvimento sustentável, inclusive a saúde e bem-estar da sociedade; leve em consideração as expectativas das partes interessadas; esteja em conformidade com a legislação aplicável e seja consistente com as normas internacionais de comportamento; e esteja integrada em toda a organização e seja praticada em suas relações (ISO 26000, 2010, p. 4).

Esta Norma tem como escopo:

[fornecer] orientações para todos os tipos de organizações, independentemente do porte ou localização, sobre: a) conceitos, termos e definições referentes à responsabilidade social; b) o histórico, tendências e características da responsabilidade social; c) princípios e práticas relativas à responsabilidade social; d) os temas centrais e as questões referentes à responsabilidade social; e) integração, implementação e promoção de comportamento socialmente responsável em toda a organização e por meio de suas políticas e práticas dentro de sua esfera de influência; f) identificação e engajamento de partes interessadas; e g) comunicação de compromissos, desempenho e outras informações referentes à responsabilidade social (ISO 26000, 2010, p. 4).

A ISO 26000 pretende:

auxiliar as organizações a contribuírem para o desenvolvimento sustentável. Visa estimulá-las a irem além da conformidade legal, reconhecendo que conformidade com a lei é uma obrigação fundamental de qualquer organização e parte essencial de sua responsabilidade social. Pretende, ainda, promover uma compreensão comum da área de responsabilidade social e complementar outros instrumentos e iniciativas relacionados à responsabilidade social, e não a substituí-los (ISO 26000, 2010, p. 4).

Ao aplicar esta Norma, é aconselhável que a organização leve em consideração as diversidades sociais, ambientais, jurídicas, culturais, políticas e organizacionais, assim como as diferentes condições econômicas, desde que mantendo a consistência com as normas

internacionais de comportamento (ISO 26000, 2010).

Os Princípios do Equador de Financiamento de Projetos (2002) correspondem a um pacto voluntário para financiamento de projetos assinado por cerca de quarenta dos maiores bancos mundiais. Estes Princípios baseiam-se em padrões de comportamento referentes a questões sociais e ambientais.

Os padrões acima mencionados foram estabelecidos pelo *International Finance Corporation* (IFC) visando contemplar os diversos públicos de interesse afetados pelos projetos de investimento. O IFC declara que somente devem ser financiados projetos que considerem as múltiplas dimensões de sustentabilidade: econômica (para a empresa e a sociedade), social e ambiental (2012).

É interessante observar que, muito embora este tema ganhe espaço na agenda empresarial, a literatura mundial apresenta críticas à prática de empresas que frequentemente encaram responsabilidade social como filantropia genérica (PORTER; KRAMER, 2002), desconectada das estratégias de negócios, sem impacto social relevante, enfraquecendo a competitividade de longo prazo das empresas e de seus países.

Apresenta-se a seguir um arcabouço conceitual para as decisões de investimento, analisando as várias dimensões de sustentabilidade, considerando os diferentes públicos de interesse (*stakeholders*)³.

II.2 - Dimensão Econômica Empresarial

As organizações geralmente dispõem de uma rotina ***business as usual*** para avaliação da dimensão econômica empresarial, que tem por objetivo verificar se os projetos de investimento contribuem ou não para o aumento de riqueza da empresa ou de seus acionistas.

³Esta tese adota a seguinte nomenclatura para as dimensões da sustentabilidade: (a) econômica empresarial, (b) econômica para a sociedade, (c) social e (d) ambiental. Cabem, entretanto algumas observações sobre outras nomenclaturas. A dimensão econômica empresarial é também conhecida como financeira. A dimensão econômica para a sociedade, também é chamada de econômica social, e inclui as questões financeiras mais fiscais. A dimensão social nesta tese refere-se exclusivamente às “questões sociais”. A dimensão ambiental, muitas vezes, é denominada de socioambiental.

Esta verificação é feita através do cálculo do Valor Presente Líquido (VPL)⁴ do fluxo de caixa empresarial medido a preços de mercado. A literatura em finanças demonstra a excelência do VPL para orientar decisões de investimento (BREALEY; MYERS; ALLEN, 2011). A regra de decisão corresponde à aprovação de projetos que maximizem o VPL da empresa (Apêndice B).

II.3 - Dimensão Econômica para a Sociedade

Distorções nos preços de mercado - devidas, por exemplo, a impostos de importação, subsídios etc. - podem gerar divergências entre as atratividades para a empresa e para a sociedade. Assim, o que se pretende com esta análise é verificar o impacto dos projetos para a economia como um todo, ou seja, se há geração de riqueza para a sociedade.

Esta verificação é feita por intermédio do Valor Presente Líquido do fluxo de caixa, considerando como preços⁵ os reais custos e benefícios para a sociedade (PFEIL et al, 1994). VPL econômico positivo indica que o projeto gera benefício líquido para a sociedade, podendo contribuir para o aumento de bem-estar da população (Apêndice C).

II.4 - Dimensão Ambiental

A análise econômica de projetos pode incorporar a dimensão ambiental através da valorização de externalidades identificadas nos estudos de impactos ambientais, tanto positivas quanto negativas, no cálculo do Valor Presente Líquido (PFEIL, 1995).

Pode-se, então, verificar se o projeto contribui ou não para o desenvolvimento sustentável, conceito definido originalmente pelo Relatório “Nosso Futuro Comum” (BRUNDTLAND, 1987, p. 8) como “aquele que atende às necessidades do presente sem

⁴ Refinamentos em finanças corporativas como análise de risco, teoria das opções etc., embora compatíveis com os conceitos apresentados, estão fora do escopo desta tese.

⁵ A literatura refere-se a estes valores como preços sombra (*shadow prices*).

comprometer a possibilidade de futuras gerações de atenderem às suas próprias necessidades”.

A existência de impactos ambientais deve, sempre que possível, ser valorada e incorporada ao processo decisório. Investimentos ambientais devem ser realizados sempre que os benefícios forem superiores aos custos marginais. A esse respeito, Panayotou (1995) observa que custos ambientais não são nem infinitos (como querem alguns ambientalistas) nem zero (como querem alguns empresários). O que pretendem os analistas é estreitar esses limites, de modo a incorporar as questões ambientais no processo de decisão da firma. É importante ressaltar que as questões ambientais podem ter seus impactos avaliados tanto local quanto globalmente, conforme descrito a seguir.

II.4.1 - Impactos locais

Impactos ambientais locais não necessariamente têm preços de mercado que permitam sua mensuração, o que justifica a utilização de métodos de valoração.

Segundo Young (2010), a atividade de valoração consiste em:

estimar a variação do bem-estar das pessoas devido a mudanças na quantidade ou qualidade de bens e serviços ambientais, seja na apropriação para uso ou não. Imputar valor aos recursos ambientais se traduz, portanto, na melhor forma de calcular o valor em unidades monetárias das perdas ou ganhos da sociedade diante da variação do recurso (YOUNG, 2010, p.35).

Dentre as técnicas citadas encontram-se: Método da Produtividade Marginal; Método do Custo de Reposição; Método do Custo Evitado; Método dos Preços Hedônicos; Método do Custo de Viagem e Método da Valoração Contingente. A seguir, cada um destes métodos será descrito sucintamente.

O Método da Produtividade Marginal tem por objetivo “estimar o valor monetário da variação dos atributos ambientais [...] através do cálculo da redução da atividade produtiva associada” (YOUNG, 2010, p.36).

Já o Método do Custo de Reposição,

[...] consiste em estimar o custo de restaurar ou repor um recurso ambiental danificado, objetivando restabelecer a qualidade ou quantidade do recurso inicialmente existente, isto é, antes dele ser danificado. Esse método usa o custo de reposição como uma aproximação da variação da medida de bem-estar relacionada ao recurso ambiental.

Exemplos da utilização deste método podem variar bastante, como os gastos incorridos na adubação para manter a produtividade agrícola constante, como forma de compensar um processo erosivo, ou custos de reflorestamento em áreas desmatadas para garantir que a manutenção do fluxo de serviços ambientais antes gerados pela floresta perdida. Também pode ser empregado para os casos onde gastos com medicamentos ou internação hospitalar são necessários para recuperar a saúde de indivíduos afetados pela poluição do meio (YOUNG, 2010, p.37).

A ideia central do Método do Custo Evitado “é analisar situações em que o custo incorrido para se evitar um dano ambiental é adotado como forma de estimar o valor desse dano” (YOUNG, 2010, p.37).

O Método dos Preços Hedônicos, também chamado de Preço da Propriedade, procura relacionar

danos (ou benefícios) ambientais aos preços de propriedades que são diretamente afetadas. Diferentes imóveis com características semelhantes podem ter distintos preços de mercado em função de seus atributos ambientais, de modo a torná-los mais ou menos valiosos. Neste sentido, o valor das propriedades varia de acordo com as variáveis ambientais que afetam seus preços. Calcula-se então a estimativa de quanto um indivíduo aceitaria pagar, ou seja, qual a sua disposição a pagar por morar em locais com diferentes dotações dos atributos ambientais: tais como morar em imóveis longe de aeroportos, devido ao barulho, ou perto de praias e vistas privilegiadas, beneficiado pelas belezas cênicas (YOUNG, 2010, p.39).

O Método do Custo de Viagem tenta determinar a função de demanda de famílias e indivíduos a lugares de valor ambiental,

estimando-se os custos incorridos para chegar até o local. Estes custos são representados tanto pelos gastos de deslocamento das famílias, até despesas gerais com os preparativos da viagem. A ideia central desta técnica é estabelecer a relação entre o benefício proporcionado pela viagem, compensado pelos custos gerados nela (YOUNG, 2010, p.39).

Finalmente, o Método da Valoração Contingente,

procura mensurar diretamente a variação do bem-estar dos indivíduos decorrente de uma variação quantitativa ou qualitativa dos bens ambientais. Para tal, identifica quanto os indivíduos estariam dispostos a pagar para obter uma melhoria de bem-estar. Para estimar o impacto do nível de bem-estar dos indivíduos, o MVC realiza uma pesquisa na qual é perguntado aos entrevistados as suas preferências em mercados hipotéticos, permitindo aos analistas estimarem diretamente demandas (funções de utilidade) para bens e serviços não negociados nos mercados (YOUNG, 2010, p.40).

Frequentemente, os benefícios decorrentes de um projeto não são facilmente quantificáveis monetariamente, o que dificulta a utilização do indicador econômico VPL. Este é o caso de bens, chamados meritórios, relacionados à saúde, meio-ambiente e segurança. Um critério alternativo para análise da produção desses bens é o indicador Custo-Efetividade⁶ (*Cost-Effectiveness*) que compara a relação custo-efeito, medida em \$/unidade, das diversas alternativas para alcançar um mesmo objetivo (ROSSI; FREEMAN, 1999).

II.4.2 - Impactos Globais e Mudanças Climáticas

A aplicação do princípio de internalização das externalidades recomenda que as organizações que em seu processo produtivo emitem gases de efeito estufa (GEE) - medidos em toneladas equivalentes de dióxido de carbono (tCO₂e) - deverão ser crescentemente responsabilizadas e penalizadas por sua contribuição para questão das mudanças climáticas.

Pelo mesmo princípio, a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC) em 1992 atribui aos países desenvolvidos - constantes do chamado

⁶ No caso de um projeto de custo (C) e uma produção de bens meritórios (Q) de valor unitário (P) desconhecido, o VPL desse projeto será dado por: $VPL = P \cdot Q - C$.

Pode-se dizer que a situação de indiferença entre realizar ou não o projeto, corresponderia ao valor de VPL nulo, para P igual a P*.

Assim: $VPL = P^* \cdot Q - C = 0$;

Ou seja, $P^* = C / Q$

Este valor de P* pode ser interpretado como o Custo-Efetividade do projeto na produção do bem meritório em questão.

“Anexo I” do relatório da Convenção - maior responsabilidade pelas mudanças climáticas. Esses países estão sujeitos a metas específicas de redução de emissões ao longo do tempo.

Além disso, a Convenção reconhece o fato de que o desenvolvimento econômico e social e a erradicação da pobreza são as prioridades primordiais e absolutas dos países em desenvolvimento. Os países em desenvolvimento estão, por isso, desobrigados do cumprimento de metas de redução de emissões. Estes países poderão, entretanto, beneficiar-se dos créditos de redução de emissões decorrentes, entre outros, de projetos de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL), estabelecidos pelo Protocolo de Quioto (1998)⁷.

Assim, projetos de investimentos que possuam certificados de redução de emissões (CER) terão uma linha adicional de receita no fluxo de caixa do projeto, referentes aos CERs. Nos casos de grande incerteza com relação aos preços dos créditos de carbono, ou à certificação do projeto de MDL, pode-se utilizar o indicador Custo-Efetividade para redução de emissões - neste caso, também chamado de custo de abatimento - para uma avaliação preliminar de sua atratividade.

A Figura II.4.1 apresenta uma ilustração de uma carteira de investimentos para redução de emissões. Cada projeto, com seu respectivo Custo-Efetividade, corresponde a um ponto sobre a curva. O preço do carbono define os projetos de VPL positivo e, conseqüentemente, o nível de emissões evitadas (Q econômico) que maximiza a riqueza da empresa.

⁷ Há forte pressão para que isso mude, especialmente para que os BRICS tenham metas quantitativas de emissão.

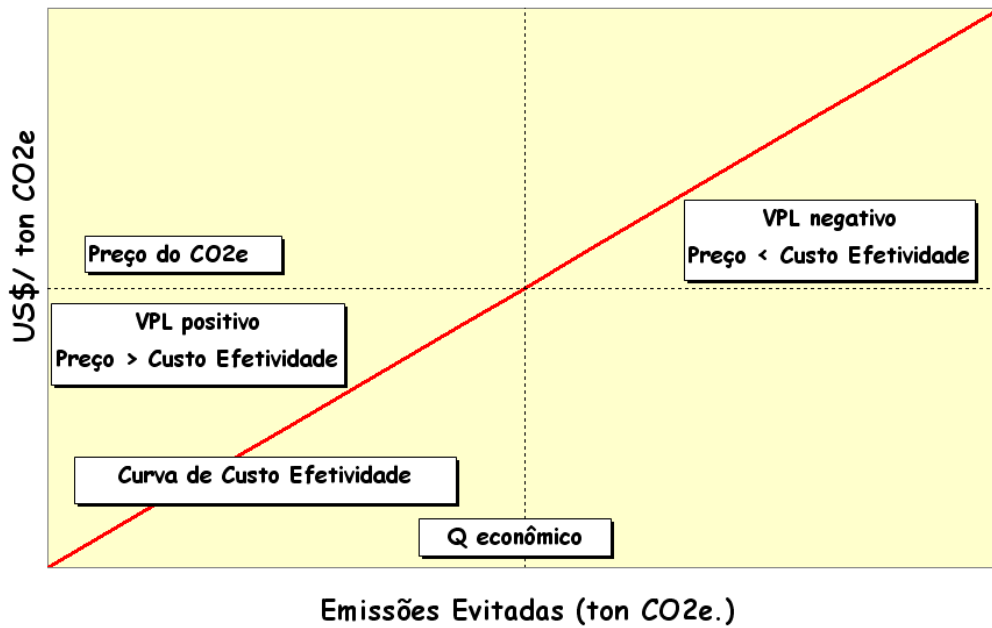


Figura II.4.1: Custo-Efetividade de Emissões Evitadas
Fonte: Elaboração própria

II.4.3 - Impactos Globais e Biodiversidade

Além da CQNUMC, durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), em 1992, também foi assinada a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB). Dentre os compromissos assumidos pelos países membros dessa Convenção, encontravam-se o desenvolvimento de estratégias, políticas, planos e programas nacionais de biodiversidade. Como consequência, em agosto de 2002, entrou em vigor no Brasil a Política Nacional da Biodiversidade (PNB), cujo objetivo geral é:

a promoção, de forma integrada, da conservação da biodiversidade e da utilização sustentável de seus componentes, com a repartição justa e equitativa dos benefícios derivados da utilização dos recursos genéticos, de componentes do patrimônio genético e dos conhecimentos tradicionais associados a esses recursos. (MMA, 2002)

A PNB considera os seguintes componentes da biodiversidade:

1. Conhecimento da Biodiversidade;
2. Conservação da Biodiversidade;

3. Utilização Sustentável dos Componentes da Biodiversidade;
4. Monitoramento, Avaliação, Prevenção e Mitigação de Impactos sobre a Biodiversidade;
5. Acesso aos Recursos Genéticos e aos Conhecimentos Tradicionais Associados e Repartição de Benefícios;
6. Educação, Sensibilização Pública, Informação e Divulgação sobre Biodiversidade; e
7. Fortalecimento Jurídico e Institucional para a Gestão da Biodiversidade;

A implementação da PNB ficou a cargo do Plano de Ação (PAN-Bio). Neste, para cada componente da biodiversidade, foram propostas ações e indicadores para monitoramento do Plano.

É importante ressaltar que o Plano destaca, como uma de suas ações – número 31 dentro do Componente 2 de Conservação da Biodiversidade – a definição de “critérios e indicadores [...] a serem adotados pelos órgãos públicos na análise de projetos, inclusive em empreendimentos privados sujeitos a licenciamento, e/ou candidatos a benefícios financeiros públicos.”

Esta seção tem por objetivo discutir aspectos metodológicos referentes às decisões de investimento em biodiversidade.

II.4.3.1 - Modelo DPSIR

Um dos modelos utilizados para a elaboração de políticas públicas, o DPSIR (*Driver, Pressure, State, Impact, Response*), propõe uma cadeia de causalidades na qual *drivers* (atividade humana) exercem pressão (emissões) sobre estados (físicos, químicos e biológicos) e impactos (ecossistemas e a saúde humana), demandando respostas de governos (KRISTENSEN, 2004). Ver Figura II.4.2.

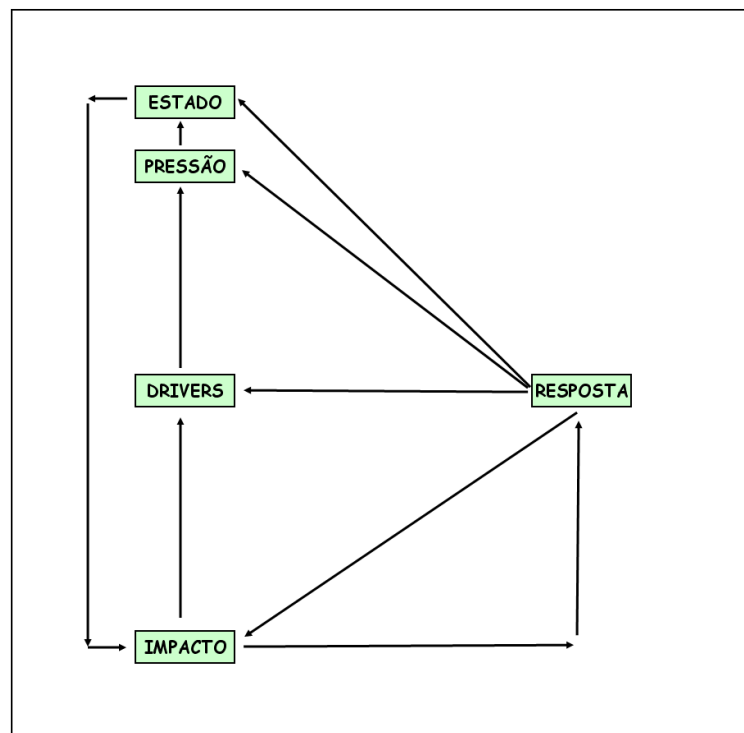


Figura II.4.2: Modelo DPSIR
Fonte: Elaboração própria a partir de Kristensen (2004).

É interessante observar na Figura II.4.3 a analogia do modelo DPSIR com o paradigma clássico da organização Industrial, Estrutura-Condução-Performance (SCHERER, 1996), detalhado adiante na seção III.1.4. Este reconhecimento é importante na medida em que permite uma aproximação de campos distintos, contribuindo para a melhoria de elaboração de políticas públicas e alocação de recursos da sociedade.

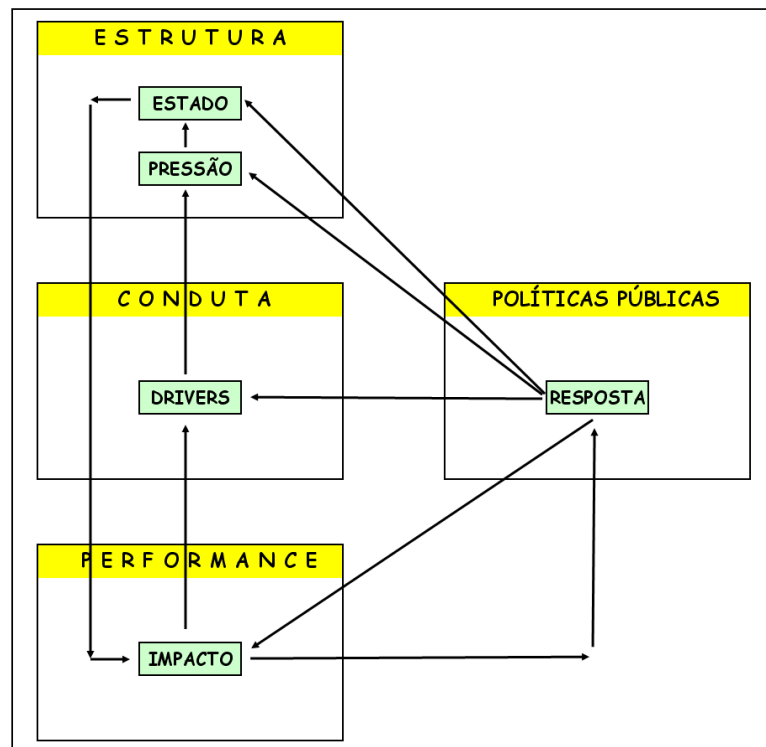


Figura II.4.3: Analogia entre DPSIR e ECP
 Fonte: Elaboração própria a partir de Kristensen (2004) e Scherer (1997).

II.4.3.2 - Análise de investimentos para conservação

A Política Nacional da Biodiversidade considera como diretrizes, entre outros aspectos, que:

[...] investimentos substanciais são necessários para conservar a diversidade biológica, dos quais resultarão, conseqüentemente, benefícios ambientais, econômicos e sociais; [...] e que] a sustentabilidade da utilização de componentes da biodiversidade deve ser determinada do ponto de vista econômico, social e ambiental, especialmente quanto à manutenção da biodiversidade (MMA, 2002);

Conforme visto anteriormente, o critério de decisão para aprovação de projetos é que o Valor Presente Líquido (VPL) seja positivo. Havendo instrumentos econômicos que remunerem a conservação da biodiversidade, a regra do VPL pode ser aplicada. Na ausência desses instrumentos, um indicador interessante para a tomada de decisão em projetos de conservação da biodiversidade é o Custo-Efetividade, como será visto a seguir.

A Figura II.4.4 ilustra uma carteira de investimentos para conservação da biodiversidade. Cada projeto, com seu respectivo Custo-Efetividade, corresponde a um ponto sobre a curva de oferta. Havendo um mercado que remunere a conservação da biodiversidade a um preço (P) em US\$/hectare, este define os projetos que maximizam a riqueza (VPL) da sociedade⁸. Ainda que não haja um preço de mercado, havendo um orçamento ou meta para conservação, devem ser escolhidos os projetos com menor Custo-Efetividade.

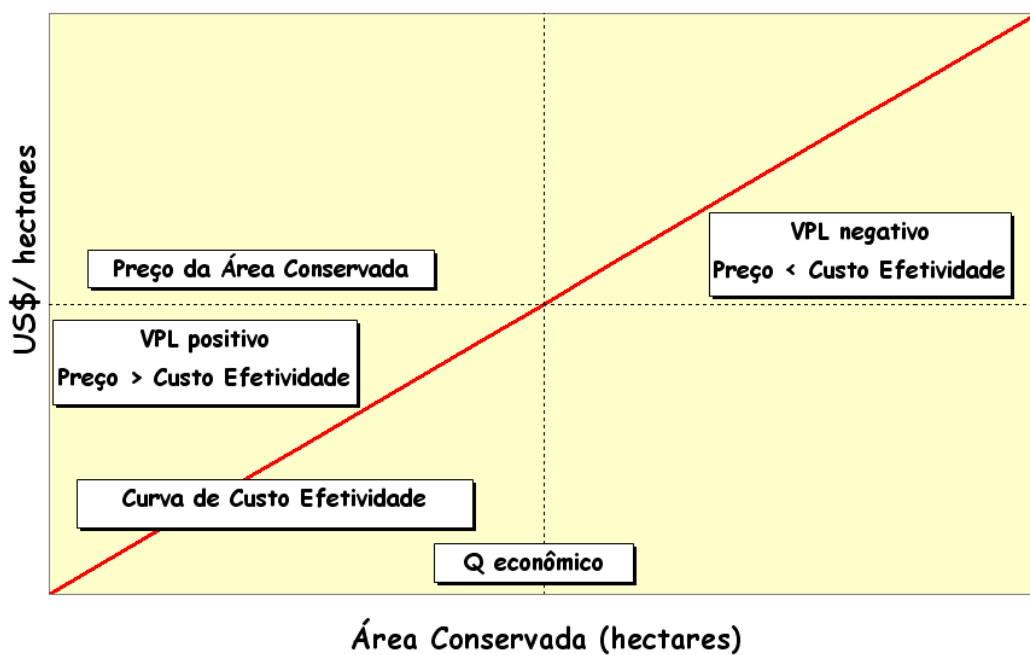


Figura II.4.4: Custo-Efetividade de Conservação da Biodiversidade
Fonte: Elaboração própria

⁸ O desenvolvimento deste modelo requer uma medida padronizada de biodiversidade, o que representa um desafio para a sua aplicação.

II.4.4 - Sustentabilidade e Medidas de Desenvolvimento

A construção de indicadores agregados de desempenho econômico-ambiental ainda é controversa. Uma das linhas de pesquisa desenvolvida pelas Nações Unidas corresponde ao Sistema Integrado de Contas Econômicas (SICEA), que tem por objetivo estimar as perdas econômicas dos recursos naturais e incorporá-las nas Contas Nacionais (YOUNG et al, 2000).

Para atingir este objetivo, os recursos naturais são classificados em **recursos exauríveis**, “cuja exploração pela atividade humana leva necessariamente à redução na sua disponibilidade futura, como é o caso dos recursos minerais e florestais, [...] bem como **recursos de fluxo**] que podem ter suas condições originais restauradas pela ação natural ou humana, como o ar e a água” (YOUNG et al, 2000, p.8).

Segundo os autores, esta classificação é importante porque dela derivam diferentes formas de ajuste do PIB convencional, conforme será tratado a seguir.

Para os **recursos de fluxo**, os autores propõem três formas de ajustes nas contas nacionais: despesas defensivas, despesas ambientais e benefício ambiental líquido.

- Despesas Defensivas

Essa proposta sugere que sejam excluídos da demanda final todos os custos que a economia incorreu a fim de se precaver contra a poluição ou degradação decorrente do uso dos recursos de fluxo. Referem-se aos gastos que são convencionalmente classificados como consumo pessoal ou formação de capital, mas que não refletem melhorias nas condições de vida ou de produção da economia. [...] O objetivo dessa proposta é impedir que o conjunto das atividades decorrentes da degradação ambiental, tais como despesas médicas ou instalação de equipamentos anti-poluentes, sejam vistos como acréscimos de riqueza à economia [...](YOUNG et al, 2000, p.12).

- Despesas Ambientais

O ajuste a partir das despesas ambientais consistiria em retirar do produto as despesas que seriam necessárias para evitar a degradação ou restaurar e substituir os elementos degradados do meio ambiente no período de referência. [...] Por serem gastos potenciais, que deveriam ter sido realizados, mas que não ocorreram, eles se diferenciam das despesas defensivas, que são gastos efetivos. O sentido do ajuste proposto, contudo, é o mesmo: diminuição do produto (YOUNG et al, 2000, p.12).

- **Benefício Ambiental Líquido**

Uma terceira maneira de tratar o uso dos recursos de fluxo dentro das Contas Nacionais é através do tratamento dos custos e benefícios sociais prestados pelo meio ambiente como agente econômico, cujas transações com os demais agentes seriam valoradas e consolidadas em uma conta específica [...] (YOUNG et al, 2000, p.15).

Para os **recursos exauríveis**, Young et al (2000, p.15) destacam que trata-se de “uma questão de decidir como determinado recurso deve ser aproveitado intertemporalmente, tendo implícita a ideia de que o incremento no ritmo atual de extração leva ao sacrifício das gerações futuras.” Apesar da existência de controvérsias, destacam-se duas formas de contabilização desses recursos: depreciação do capital natural e custo de uso.

- **Depreciação do capital natural**

O esgotamento dos recursos exauríveis, por levar a uma diminuição dos seus estoques, é [encarado] como uma forma de depreciação do capital natural. Há também contrapartidas para variações dos estoques de recursos exauríveis que não se devem à atividade extrativa, tais como descobertas e reavaliações. Caso representem uma diminuição das reservas, são encaradas como depreciação do capital natural; caso signifiquem adição são vistas como apreciação do capital natural. A forma de valoração do capital natural, baseada nas quantidades de recursos exauríveis disponíveis multiplicadas pelo seu preço líquido de custos de extração em um período determinado. A depreciação ou apreciação do capital natural são obtidas pela diferença entre os valores iniciais e finais do capital natural nesse período. A depreciação do capital natural significa diminuição do produto sustentável e a apreciação significa seu aumento (YOUNG et al, 2000, p.15).

- **Custo de Uso**

[A] perda decorrente do esgotamento não deve ser considerada depreciação de capital natural, mas um custo de uso que representa o valor dos rendimentos futuros que são sacrificados pelo fato de se estar exaurindo a reserva no presente. O custo de uso é calculado pelo valor presente da série de rendimentos que se espera obter da extração futura. Trata-se do mesmo procedimento de valoração dos demais ativos da economia, tornando a valoração dos recursos exauríveis dependente da capacidade de manter níveis futuros de extração e do custo de oportunidade do capital da economia. O produto sustentável, igual ao produto calculado de forma convencional menos o custo de uso. Por isso, o ajuste, sempre no sentido de diminuir ou, no máximo, manter o mesmo nível do produto, nunca podendo aumentá-lo (YOUNG et al, 2000, p.16).

Young *et al.* (2000, p.18) prosseguem descrevendo o Sistema Integrado de Contas Econômicas e Ambientais (SICEA), elaborado pelas Nações Unidas com a finalidade de “expandir a capacidade informativa das Contas Nacionais sem alterar a coerência básica da estimativa do PIB e demais agregados macroeconômicos. “

A representação tradicional, também contemplada no SICEA, do Produto Interno Líquido (PIL) é dada por:

$$\text{PIL} = C + (I - \text{Depr}) + (X - M) \quad (\text{II.1})$$

onde:

C = consumo

I = investimento bruto

Depr = depreciação do capital fixo produzido por atividade humana

X = exportação

M = importação

A partir do PIL, são propostos dois ajustes ambientais, contemplando a exaustão e degradação dos recursos naturais, através da inclusão de duas novas categorias de ativos de capital: (1) ativos não-produzidos econômicos e (2) ativos não-produzidos ambientais.

Os Ativos não- produzidos econômicos

[Referem-se] aos recursos naturais exauríveis que são usualmente comercializáveis e, portanto estão diretamente relacionados à atividade econômica. Este seria o caso dos recursos minerais, da madeira obtida das florestas nativas e os recursos pesqueiros (YOUNG et al, 2000, p.20).

O PIL Ambientalmente Ajustado 1 (Yn1), e corresponde à seguinte expressão:

$$Yn1 = C + I \text{ Eco} + (X - M) \quad (\text{II.2})$$

Onde:

$$I \text{ Eco} = (I - \text{Depr}) + (I.\text{pe} - \text{Dpl.}\text{pe}) \quad (\text{II.3})$$

Sendo:

I.pe : variação dos ativos não- produzidos

Dpl.pe: depleção ou consumo das reservas naturais desses recursos.

Já os ativos não- produzidos ambientais

[caracterizam- se] por não serem normalmente comercializáveis, embora tenham papel crucial para o bem estar da sociedade e para o nível de atividade econômica. Englobam recursos exauríveis que não são diretamente comercializáveis, como a qualidade do ar e da água, que pode ser afetada consideravelmente pela emissão de poluentes (YOUNG et al, 2000, p.16).

A nova medida, denominada PIL Ambientalmente Ajustado - 2 (Yn2), é dada por:

$$Yn2 = C + (I \text{ Eco} - Dgr.pa) + (X-M) \quad (II.4)$$

Onde:

Dgr.pa: correspondem aos custos de degradação dos recursos de fluxo.

II.4.5 - O Princípio da Sustentabilidade Fraca e a Regra de Hartwick

Após tratar das formas de contabilização dos recursos exauríveis (depreciação do capital natural e custo de uso), Young et al (2000, p.6) descrevem o Princípio da Sustentabilidade Fraca e a Regra de Hartwick, além das contribuições de Pearce e Atkinson (1993, 1995):

Sustentabilidade, semelhante a outros princípios como democracia e justiça, é um conceito fácil de pronunciar mas difícil de definir. Na literatura de economia do meio ambiente, o debate referente às condições de sustentabilidade [tende a ser baseado] em dois conceitos: sustentabilidade “fraca” e “forte”. O teste da sustentabilidade fraca é uma regra intuitiva baseada na hipótese de substituição sem restrições entre ativos produzidos e não produzidos. Uma economia é considerada “não sustentável” se a poupança total fica abaixo da depreciação combinada dos ativos produzidos e não produzidos, os últimos usualmente restritos a recursos naturais (Pearce and Atkinson, 1993, 1995). A idéia por trás é a de que o investimento compensa as gerações futuras pelas perdas de ativos causadas pelo consumo e produção correntes (formalmente representada pela “regra de Hartwick”).

Os autores ressaltam, entretanto, que esta abordagem tem recebido críticas quanto às hipóteses assumidas (crítica externa) e inconsistência metodológica (crítica interna).

A crítica externa concentra-se na incapacidade do capital produzido pelo homem substituir os serviços vitais fornecidos por algumas categorias de recursos naturais. Argumenta-se que o enfoque da sustentabilidade fraca falha em reconhecer as características únicas de certos recursos naturais que, porque por não serem produzidos, não podem ser substituídos pela ação humana. Como consequência do argumento prévio, o consumo de capital natural pode ser irreversível, e a agregação simples com o capital produzido pode não ter sentido (YOUNG et al, 2000, p.6).

No que se refere à crítica interna, de inconsistência metodológica,

O objetivo da abordagem da sustentabilidade fraca é obter uma agregação combinando capital produzido e natural. Isso requer um numerário comum, uma função atribuída ao sistema de preços correntes: para serem valorados, os recursos naturais devem se referir aos preços existentes (o capital produzido é estimado pelos preços de mercado observados). Entretanto, argumenta-se que o numerário não deveria basear-se no sistema de preços vigentes porque ele não capta inúmeros aspectos ambientais - que é exatamente o problema original motivador da valoração de recursos naturais (YOUNG et al, 2000, p.7).

Young et al (2000) prosseguem mencionando alternativas ao enfoque da sustentabilidade fraca, os chamados indicadores de sustentabilidade forte:

Indicadores fortes são objetivados a identificar e medir o capital natural "crítico" de modo a que toda depreciação positiva se tornaria um sinal de não sustentabilidade. O capital natural "crítico" seria delineado pelo trabalho científico interdisciplinar, incorporando aspectos como a definição de padrões mínimos de segurança e capacidade máxima de suporte. Entretanto, existe uma enorme distância entre os princípios por trás da sustentabilidade forte e a elaboração de indicadores que possam ser usados consistentemente com o arcabouço macroeconômico existente. Essa lacuna refere-se não somente aos problemas de dados mas, fundamentalmente, às incompatibilidades entre procedimentos ecológicos e os conceitos econômicos tradicionais. Na verdade, as duas perspectivas aparentam ter interpretações distintas do conceito de capital. A visão de sustentabilidade forte está preocupada principalmente com a substitutibilidade dos ativos em termos físicos (i.e., se o ativo pode ser reproduzido pela ação humana ou não) enquanto que a teoria econômica convencional enfatiza a propriedade do capital como reserva de valor, no sentido de que pode ser trocado por qualquer outro ativo que seja socialmente considerado como seu equivalente, independentemente da forma pela qual esses ativos foram obtidos inicialmente - o capital é baseado em valores sociais, ao invés de conceitos físicos ou biológicos (YOUNG et al, 2000, p.7).

Os autores concluem que na falta de alternativas à abordagem da sustentabilidade fraca, esta é adotada majoritariamente, pois “se a economia falha nesse teste, ela provavelmente falhará em outras avaliações mais rigorosas” (YOUNG et al, 2000, p.7).

II.4.6 - Medidas de Renda Sustentável na Extração Mineral

Um dos métodos descritos por Young e Serôa da Mota (1995) para valoração da depleção mineral na determinação da renda sustentável é o Custo de Uso. Este método trata da depleção de recursos naturais como perda de ativos e tenta desenvolver uma nova definição compatível com o critério da renda verdadeira de Hicks (1946): “*a person’s income is what he can consume during the week and still expect to be as well off at the end of the week as he was at the beginning*” (apud YOUNG e SERÔA DA MOTA, 1995, p.115).

Os autores prosseguem na definição de custo de depleção recorrendo a El Serafy (1989):

The finite series of earnings from sale of the resource [...] has to be converted to an infinite series of true income such that the capitalized value of the two series be equal. From the annual earnings from sale, an income portion has to be identified capable of being spent on consumption, the remainder, a capital element, should be set aside year after year to be invested in order to create a perpetual stream of income that would sustain the same level of 'true' income, both during the life of the resource as well as after the resource has been exhausted (apud YOUNG e SERÔA DA MOTA, 1995, p.117).

De acordo com Serôa da Mota e Young (1995), a formalização do custo de uso, baseada em El Serafy (1989) pode ser resumida a seguir. Seja:

R: renda decorrente de exploração de um recurso exaurível

X: série infinita de renda sustentável

R-X: parcela da renda a ser investida de modo a gerar um valor de X indefinidamente.

Esta parcela é chamada de Custo de Uso ou Custo de Depleção

r: taxa de juros

n: número de períodos de exploração

Equalizando o valor presente dos fluxos de caixa acima mencionados e após algumas operações algébricas, temos:

$$X/R = 1 - [1/(1+r)^n] \quad \text{(II.5)}$$

No caso em que

r = 10% aa

n = 20 anos

Temos

$$X/R = 1 - [1/(1+r)^n] = 0,851 \quad \text{(II.6)}$$

Ou

$$(R - X) = 0,175 X \quad \text{(II.7)}$$

Ou ainda

$$(R - X) = 0,149 R \quad \text{(II.8)}$$

Ou seja, 14,9% da renda decorrente de exploração do recurso exaurível deve ser reinvestida para garantir que o estoque de riqueza total (soma dos ativos produzidos e naturais) não seja declinante e possa uma renda de valor de X indefinidamente.

II.5 - Dimensão Social

II.5.1 - Análise de Custo-Efetividade

Tais como os impactos ambientais, os impactos⁹ referentes aos investimentos sociais são, geralmente, de difícil quantificação monetária, o que justifica a utilização do critério do Custo-Efetividade para a escolha de alternativas¹⁰. No caso de um projeto com múltiplos efeitos sociais recomenda-se (PFEIL, 2008), para medição dos bens meritórios, a construção de um índice que pondere os diferentes benefícios (empregos gerados, educação, garantia dos direitos da criança e do adolescente etc.), segundo prioridades estabelecidas pelos decisores¹¹.

Estes conceitos podem ser utilizados tanto para projetos isoladamente, quanto para a carteira da empresa, seja na fase de avaliação (*ex-ante*), seja na fase de acompanhamento dos resultados (*ex-post*).

Para a seleção dos projetos sociais, estes podem ser dispostos em ordem crescente de Custo-Efetividade (estabelecendo-se uma linha de corte em função do orçamento anual) ou, alternativamente, pode-se utilizar um modelo clássico de programação linear em que se deseja maximizar uma função-objetivo (índice que expresse os múltiplos benefícios sociais) sujeita à restrição orçamentária, entre outras.

⁹ A ISO 26000 define responsabilidade social como a “responsabilidade de uma organização pelos impactos de suas decisões e atividades na sociedade e no meio ambiente”. Prossegue, definindo impacto como “mudança positiva ou negativa na sociedade, economia ou no meio ambiente, total ou parcialmente resultante das decisões e atividades passadas e presentes da organização” (ISO 26000, 2010, p. 4).

¹⁰ Neste aspecto, de escolha de alternativas e negociação com os *stakeholders*, a Agenda 21 pode ser um instrumento valioso por ser um “processo de planejamento participativo de um determinado território [que permite] a construção de um Plano Local de Desenvolvimento Sustentável, que estrutura as prioridades locais por meio de projetos e ações de curto, médio e longo prazos.” (MMA, 2011, p.1).

¹¹ A Petrobras em seu processo de seleção pública de projetos socioambientais utiliza índices combinando o desempenho dos projetos em diversas linhas de atuação (PETROBRAS, 2010).

II.5.2 - Análise Distributiva

A análise social distributiva procura medir os impactos dos projetos nos diferentes públicos de interesse. Para os impactos mensuráveis monetariamente, tenta-se identificar quem absorve tanto os custos quanto os benefícios de um projeto, ou seja, como se distribui o VPL total pelos VPLs dos diferentes stakeholders.

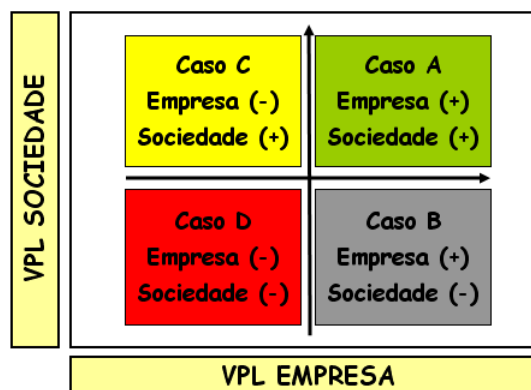
Harberger e Jenkins (1994) observam que assimetrias de percepção (concentração de benefícios num grupo reduzido de indivíduos versus dispersão de custos entre muitos contribuintes) podem fazer com que projetos pouco atrativos, do ponto de vista da sociedade, sejam aprovados. O Apêndice D apresenta alguns exemplos ilustrativos das diferentes motivações dos *stakeholders* com relação à implantação de projetos.

II.6 - Interesse Privado versus Público

II.6.1 – Conflito de interesses em projetos

No caso de distorções nos mercados (impostos, subsídios, externalidades socioambientais etc.) não corrigidas adequadamente por políticas governamentais, pode haver divergência entre os interesses privado e público. O Quadro II.6.1 apresenta quatro casos possíveis de projetos de investimento.

Quadro II.6.1: Casos possíveis de projetos



Fonte: Elaboração própria a partir de Contador (2000)

No caso (A) o projeto deve ser aceito, pois é atrativo tanto para a empresa quanto

para a sociedade¹². No caso (D) o projeto deve ser rejeitado, pois é prejudicial tanto para a empresa quanto para a sociedade. Já no caso (B) o projeto é atrativo para a empresa, mas não para a sociedade. Neste caso, o governo deve adotar políticas (taxação, por exemplo) para desestimular o projeto, fazendo com que ele se enquadre do caso (D). Por último, no caso (C) o governo deve dar algum tipo de incentivo, de forma a tornar o projeto empresarialmente atrativo, uma vez que ele é benéfico para a sociedade, fazendo com que o projeto se enquadre no caso (A).

II.6.2 - O papel dos governos

O papel dos órgãos governamentais é o de promover a coincidência de interesses, privado e coletivo, fazendo com que, idealmente, só existam projetos do tipo (A) e (D).

Quando um projeto tem VPL empresarial negativo, nada se pode afirmar antecipadamente sobre sua atratividade para a sociedade. É preciso que sejam diferenciados os projetos do tipo (C) e (D). Projetos do tipo (D) empobrecem não só a empresa, mas também a sociedade.

No que se refere às externalidades ambientais, Lustosa e Young (2002) descrevem os instrumentos de política governamental:

Os **instrumentos de comando-e-controle** são também chamados de instrumentos de regulação direta, pois implicam o controle direto sobre os locais que estão emitindo poluentes. O órgão regulador estabelece uma série de normas, controles, procedimentos, regras e padrões a serem seguidos pelos agentes poluidores e também diversas penalidades (multas, cancelamentos de licença, entre outros) caso eles não cumpram o estabelecido.

Os **instrumentos econômicos** são também denominados de instrumentos de mercado e visam a internalização das externalidades ou de custos que não seriam normalmente incorridos pelo poluidor ou usuário. São exemplos de instrumentos econômicos: empréstimos subsidiados para agentes poluidores que melhorarem seu desempenho ambiental, taxas sobre produtos poluentes, depósitos reembolsáveis na devolução de produtos poluidores – o antigo depósito sobre vasilhames de vidro – e licenças de poluição negociáveis – a fábrica tem um patamar máximo de emissões e caso não o utilize, pode negociar sua licença “para poluir” com terceiros.

¹² Vale aqui mencionar o “Princípio do Valor Compartilhado” proposto por Porter e Kramer (2002) em que tanto decisões empresariais quanto políticas sociais devem trazer benefícios para os dois lados.

Os **instrumentos de comunicação** são utilizados para conscientizar e informar os agentes poluidores e as populações atingidas sobre diversos temas ambientais, como os danos ambientais causados, atitudes preventivas, mercados de produtos ambientais, tecnologias menos agressivas ao meio ambiente e facilitar a cooperação entre os agentes poluidores para buscar soluções ambientais. São exemplos de instrumentos de comunicação: a educação ambiental, a divulgação de benefícios para as empresas que respeitam o meio ambiente e os selos ambientais (2002, p. 577).

No caso de ausência de políticas governamentais, a empresa deve tentar avaliar custos e benefícios ambientais, seja por motivação ética, seja por precaução, prevendo uma legislação eficiente no futuro. O Quadro II.6.2 apresenta um resumo dos conceitos tradicionais envolvendo as decisões de investimento e a sustentabilidade.

Quadro II.6.2: Sustentabilidade e Decisões de Investimento

DIMENSÕES	CARACTERÍSTICAS		INDICADORES PARA DECISÃO
ECONÔMICA	Fluxo de Caixa	Preços de Mercado	VPL empresa
		<i>Preços Sombra (Shadow Prices)</i>	VPL sociedade
AMBIENTAL	Impactos Quantificáveis Monetariamente	Preços de Mercado	VPL sociedade
		Métodos de Valoração	
	Impactos Não Quantificáveis Monetariamente	Efeito Único	Custo-Efetividade = \$/Efeito
		Efeitos Múltiplos: Índice	Custo-Efetividade = \$/Índice
SOCIAL	Impactos Não Quantificáveis Monetariamente	Efeito Único	Custo-Efetividade = \$/Efeito
		Efeitos Múltiplos: Índice	Custo-Efetividade = \$/Índice

Fonte: Elaboração própria

O referencial teórico apresentado sobre as decisões de investimento pode estar sujeito a dois questionamentos: quanto à sua consistência e à sua aplicabilidade.

Em termos metodológicos, a consistência teórica é demonstrada nos próximos capítulos através do desenvolvimento de dois modelos: “Como transformar barris de petróleo em IDH” e a “Fronteira de Brundtland”.

No mundo real, entretanto, este arcabouço teórico, embora consistente, nem sempre é utilizado pelas organizações em seu *business as usual*, o que compromete o discurso da sustentabilidade. Para melhor entendimento do hiato entre discurso e prática nas decisões de investimento, foi proposto o modelo “Instituição-Estratégia-Desenvolvimento”. Este foi concebido a partir da constatação de que diferentes correntes de pensamento sobre este tema possuem em comum a representação de indivíduos interagindo em situação de conflito, que pode ser transformado em cooperação pela existência de estruturas institucionais que influenciem as estratégias dos indivíduos, com impacto sobre o desenvolvimento. Assim, também nos processos decisórios de alocação de recursos, instituições (regras de decisão) influenciam as estratégias (decisões de investimento) e contribuem para o desenvolvimento sustentável.

Capítulo III - Metodologia

A parte metodológica compõe-se de quatro modelos teóricos complementares, resumidos a seguir:

- **Modelo 1: “Instituição-Estratégia-Desenvolvimento”**

Trata-se resumidamente das principais vertentes teóricas envolvendo instituições, estratégias e desenvolvimento. Em seguida, propõe-se um modelo ilustrativo de alguns elementos comuns nas diferentes correntes do pensamento referentes ao tema. Este modelo será útil tanto no entendimento das relações de causalidade entre Instituições, Estratégias e Desenvolvimento, quanto no desenvolvimento dos modelos a seguir.

- **Modelo 2: “Como transformar barris de petróleo em IDH”**

Este modelo procura estabelecer uma relação entre as estratégias de investimento na produção de uma reserva petrolífera e seus impactos no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Trata-se de um modelo teórico estilizado, calibrado com dados hipotéticos. Embora apresentado como uma aplicação à indústria de petróleo, este modelo pode ser adaptado para outros setores produtivos.

- **Modelo 3: “Fronteira de Brundtland”**

Este modelo corresponde a uma extensão do anterior. Ele revisita a Teoria da Decisão Ótima de Investimentos de Finanças Corporativas, incorporando o princípio de sustentabilidade proposto por Brundtland (1987), de modo a explicitar como as escolhas de hoje, acerca dos recursos, afetam as gerações futuras, estabelecendo-se o conceito de “Fronteira de Brundtland”.

- **Modelo 4: “Inovação Institucional”**

Este modelo parte da constatação de que no mundo real as instituições (incluindo os processos de decisão de investimento) não são eficientes e aponta caminhos para a inovação institucional.

III.1 - Modelo 1: “Instituição-Estratégia-Desenvolvimento”

A literatura que aborda os aspectos tradicionalmente ligados às decisões de investimento nas organizações está razoavelmente consolidada nos manuais de economia. Esta literatura, entretanto, não é suficiente para explicar por que no mundo real a alocação de recursos nem sempre é eficiente.

Esta seção tem por objetivo apresentar uma breve discussão sobre instituições, organizações e estratégias, segundo perspectivas de diferentes correntes de pensamento. Não se trata aqui de uma resenha exaustiva dos autores institucionalistas. Pretende-se destacar as contribuições daqueles mais relevantes para os objetivos desta tese, e que possam ampliar a compreensão do processo de decisão de investimentos nas organizações.

III.1.1 - Os Institucionalistas

Coase (1937), um dos representantes do novo institucionalismo, em sua obra *The Nature of the Firm*, altera a teoria convencional, ao observar que no mundo real a hipótese de informação perfeita não se verifica. Como resultados, surgem os custos de transação, anteriormente menosprezados pela teoria neoclássica, influenciando as decisões dos agentes e, conseqüentemente, a performance da economia.

Custos de transação decorrem da racionalidade limitada dos indivíduos, complexidade e incerteza nas transações (Fiani, 2002). Estes fatores, associados à especificidade dos ativos negociados, criam um ambiente favorável ao oportunismo dos agentes e ao conflito na disputa por renda.

Esta situação de conflito entre as partes é bem ilustrada por Axelrod (1984) em sua obra *The Evolution of Cooperation*:

[The] basic problem occurs when the pursuit of self-interest by each leads to a poor outcome for all [...]. Fortunately there is [...] a representation available: The Famous Prisoner's Dilemma game [...] where there are two players. Each has two choices, namely cooperate or defect. Each must make the choice without knowing what the other will do. No matter what the other does, defection yields a higher payoff than cooperation. The dilemma is that if both defect, both do worse than if both had cooperated (1984, p. 7).

Em um ambiente de custos de transação e conflito, assume relevância a estrutura de governança, definida como o arcabouço institucional dentro do qual uma transação se realiza. A estrutura de governança pode envolver tanto instituições quanto organizações, incluindo mercados e hierarquias. A estrutura de governança mais adequada é aquela que minimiza os custos de transação (WILLIAMSON, 1996).

Coase (1960), em *The Problem of Social Cost*, ressaltou a importância da atribuição de direitos de propriedade. Esta atribuição, que afeta a distribuição de renda das partes envolvidas, pode ser feita através de instituições ou do Estado. Coase propôs ainda que a alocação final dos recursos se dá de forma eficiente independente da maneira como esses direitos são atribuídos inicialmente, desde que os direitos de propriedade estejam assegurados e que os custos de transação sejam negligenciáveis.

North e Thomas (1973), em *The Rise of the Western World: A New Economic History*, propõem um modelo em que instituições são definidas endogenamente de forma a promover a eficiência. Inicialmente, não se considera a presença do Estado. Nas palavras dos autores:

Efficient economic organization is the key to growth; the development of an efficient economic organization in Western Europe accounts for the rise of the West [...] Efficient organization entails the establishment of institutional arrangements and property rights that creates an incentive to channel individual economic efforts into activities that bring the private rate of return close to the social rate of return (1973, p. 1).

Posteriormente, North (1981), em *Structure and Change in Economic History*, introduz a figura do Estado observando que:

This model of the state with a wealth – or utility – maximizing ruler has three essential characteristics. One specifies the exchange process between the ruler and the constituents; the other two specify the conditions that will determine the terms of exchange.

First, the state trades a group of services, which we shall call protection and justice, for revenue. Since there are economies of scale in providing these services, total income in the society is higher as a result of an organization specializing in these services than it would be if each individual in society protected his own property.

Second, the state attempts to act like a discriminating monopolist, separating each group of constituents, and devising property rights for each as to maximize state revenue.

Third, the state is constrained by the opportunity cost of its constituents since there always exist potential rivals to provide the same set of services. The rivals are other states, as well as individuals within the existing political-economic unit who are potential ruler. The degree of monopoly power of the ruler, therefore, is a function of the closeness of substitutes for the various groups of constituents (1981, p. 23).

A relação de troca entre o regulador, que cobraria impostos, e diversos grupos sociais - que teriam direitos de propriedade - se daria sem que houvesse necessariamente eficiência econômica. Nas palavras de North:

A theory of the state is essential because it is the state that specifies the property rights structure. Ultimately it is the state that is responsible for the efficiency of property rights structure, which causes growth or stagnation or economic decline (1981, p. 17).

Diante de evidências históricas, North (1990), na obra *Institutions, Institutional Changes and Economic Performance*, revê o modelo neoclássico maximizador de impostos, afirmando que:

Rulers devised property rights in their own interests and transaction costs resulted in typically inefficient property rights prevailing. As a result it was possible to account for the widespread existence of property rights throughout history and in the present that did not produce economic growth (1990, p. 9).

Prosseguindo, North apresenta uma visão do Estado moderno como uma arena onde vários agentes se confrontam e negociam entre si. Em suas palavras:

Institutions are not necessarily or even usually created to be socially efficient; rather they, or at least the formal rules, are created to serve the interests of those with the bargaining powers to devise new rules (1990, p. 16).

Essa mudança significativa no pensamento de North o aproxima de outras correntes de pensamento, cujas características serão descritas adiante.

É interessante observar as diferenças entre os Institucionalismos de diferentes idades. Hodgson (2004), do velho institucionalismo, lembra a descrição de instituições dada

por North (1990) como “regras do jogo”, propondo uma nova definição: “instituições são sistemas duradouros de regras sociais estabelecidas e enraizadas que estruturam as interações sociais” (HODGSON, 2004, p. 2).

O novo institucionalismo adota, como ponto de partida para análise, um estado da natureza livre de instituições que emergiriam das interações entre indivíduos racionais. Este enfoque é denominado individualismo metodológico. Em oposição, o velho institucionalismo rejeita o indivíduo como dado (VEBLEN, 1909, apud HODGSON, 1998, p. 415):

Not only is the individual's conduct hedged about and directed by his habitual relations to his fellows in the group, but these relations, being of an institutional character, vary as the institutional scene varies. The wants and desires, the end and the aim, the ways and the means, the amplitude and drift of the individual's conduct are functions of an institutional variable that is of a highly complex and wholly unstable character.

A Figura III.1.1 ilustra as divergências entre o novo e o velho institucionalismo no que se refere ao relacionamento entre o indivíduo e as instituições, ou seja: estruturas de governança para um indivíduo dado, versus estruturas que inculturam e regem interações sociais. Esta contribuição do velho institucionalismo, no que se refere à inculturação dos indivíduos pelas instituições, tem impactos importantes no processo de tomada de decisão de investimentos nas organizações, como discutido adiante.

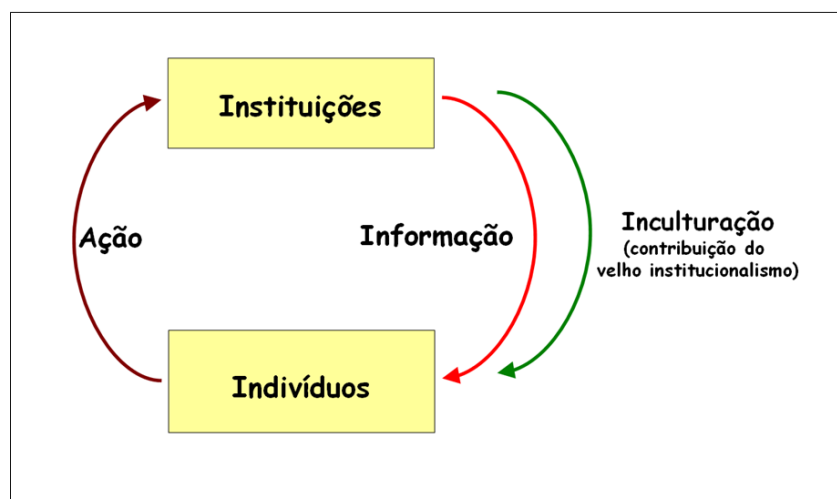


Figura III.1.1: Indivíduos e Instituições
Fonte: Hodgson (2004)

III.1.2 - Os Evolucionistas ou Neo-Schumpeterianos

Schumpeter (1934) destaca dois aspectos fundamentais na dinâmica capitalista. Primeiro, as inovações - incluindo a introdução de novos produtos e métodos produtivos, a abertura de novos mercados, o desenvolvimento de novas fontes de suprimento e a criação de novas formas organizacionais industriais - são fundamentais para o crescimento econômico e a prosperidade material.

Segundo, inovações não ocorrem ao acaso, mas requerem ações de empreendedorismo, escapando das rotinas estáticas. Inovações bem sucedidas deslocariam tecnologias inferiores - através de um processo de “destruição criativa” - e se espalhariam pelo sistema econômico através da imitação e difusão (SCHERER, 1999, p. 27).

Por outro lado, Possas (2002) ressalta que perspectivas evolucionárias genéricas possuem as seguintes características: geração endógena de variedade; presença de mecanismos de seleção; transmissão de caracteres; e adaptabilidade às mudanças no ambiente.

Nelson e Winter (1982), em sua obra “Uma Teoria Evolucionária da Mudança Econômica”, combinaram elementos evolucionários e schumpeterianos, inaugurando a corrente dos economistas neo-schumpeterianos (POSSAS, 2002).

Nelson e Winter propõem uma analogia evolucionária em que a busca de inovações é realizada pelas empresas através de suas estratégias no que se refere a decisões de produção, investimento e precificação. Cabe ao mercado fazer a seleção dessas inovações. A interação entre as estratégias das empresas e as estruturas de mercado gera uma dinâmica que transforma a indústria ao longo do tempo. Esta transformação resulta numa trajetória que pode ser representada por modelos de simulação, substituindo soluções neoclássicas de equilíbrio (POSSAS, 2002).

Com relação à transmissão de caracteres, na analogia com a economia, vale ressaltar a importância do conhecimento tácito e habilidades (*skills*) nas organizações, lembrando a observação Polanyi: “*We know more than we can tell*” (apud Nelson e Winter, 1982, p. 83).

Nelson e Winter destacam o papel das rotinas como forma de armazenamento do conhecimento, assinalando que “*organizations remember by doing*” (1982, p. 87).

Segundo Foss (1997), o destaque da natureza heterogênea das firmas detentoras de bases únicas de recursos deu novo ímpeto ao pensamento estratégico denominado de Visão Baseada em Recursos (VBR). Esta será abordada brevemente a seguir.

III.1.3 - Visão Baseada em Recursos (VBR)

Após um período de descrédito com relação à questão da estratégia, tanto na academia quanto nas empresas, surge uma nova perspectiva - denominada Visão Baseada em Recursos (VBR) - com o objetivo de explicar como se dá a criação, manutenção e renovação da vantagem competitiva das firmas, considerando seus recursos (FOSS, 1997).

McClosky (1985) enunciou que “*good science is good conversation*” (apud MAHONEY; PANDIAN, 1997, p. 205). Nesse sentido, um dos méritos da VBR é o de permitir o diálogo entre diferentes correntes de pensamento: *mainstream*, novos e velhos institucionalistas, evolucionários e adeptos da organização industrial.

Mahoney e Pandian (1997) definem estratégia como uma busca contínua por renda, decorrente da utilização de recursos. Estes podem ser classificados como: terra e equipamentos; trabalho, incluindo capacidade e conhecimento dos trabalhadores; e capital (organizacional, tangível e intangível).

A obtenção de renda pela firma pode se dar não apenas pelo fato de ela possuir melhores recursos, mas por sua competência diferenciada em melhor utilizar seus recursos (PENROSE, 1959).

Barney (1991) destaca uma contribuição fundamental da VBR a respeito da singularidade das estratégias de criação de valor por parte da firma e sua vantagem competitiva sustentada:

A firm is said to have a competitive advantage when it is implementing a value creating strategy not simultaneously being implemented by any current or potential competitors. A firm is said to have a sustained competitive advantage when it is

implementing a value creating strategy not simultaneously being implemented by any current or potential competitors and when these other firms are unable to duplicate the benefits of this strategy (1991, p. 102).

III.1.4 - Adeptos da Organização Industrial

Dentro da Organização Industrial, destaca-se o paradigma Estrutura-Estratégia-Performance, ou Estrutura-Condução-Performance (S-C-P), o qual recebeu contribuições de Bain (1968), Mason (1957), Porter (1981) e Scherer (1980).

Scherer (1996) descreve o referido paradigma (Figura III.1.2) da seguinte forma:

Good performance is what a nation's citizens ultimately seek from their industries [...]

According to the S-C-P paradigm, the ultimate performance of industries depends [...] upon their members' conduct along a number of dimensions, including [...] the innovative efforts firms undertake, [...] whether they anticipate or lag demand in their plant capacity investments [...].

Industry members' conduct is said in turn to depend upon the structure of the markets within which they operate [...].

The S-C-P paradigm is sometimes erroneously interpreted as implying that the chain of causation runs in only one direction – that is, from [...] market structure to conduct to performance. In truth, feedback effects [...] are equally significant [...].

Finally, industries' structure and conduct are influenced by a host of general and specific public policies. At an extreme [...] publicly owned enterprises may displace or compete [...] private sector companies. Taxes and subsidies are often tailored to the conditions of individual industries. Through explicit regulatory intervention, government agencies determine which firms are allowed to offer particular products and set more or less detailed rules for companies' conduct. Several [...] industries [...] have been subjected on occasion to governmental price controls of varying pervasiveness. Antitrust enforcement influences market structures [...]. It also establishes rules [...] to which sellers' conduct must conform. International trade policies [...] permit injured firms to seek protection against the competition of international rivals and limit the kinds of subsidies that governments can bestow upon their clients. Through their support of basic research, education, and the provision of information, governments help both producers and consumers respond more intelligently to market opportunities (1996, p. 4).

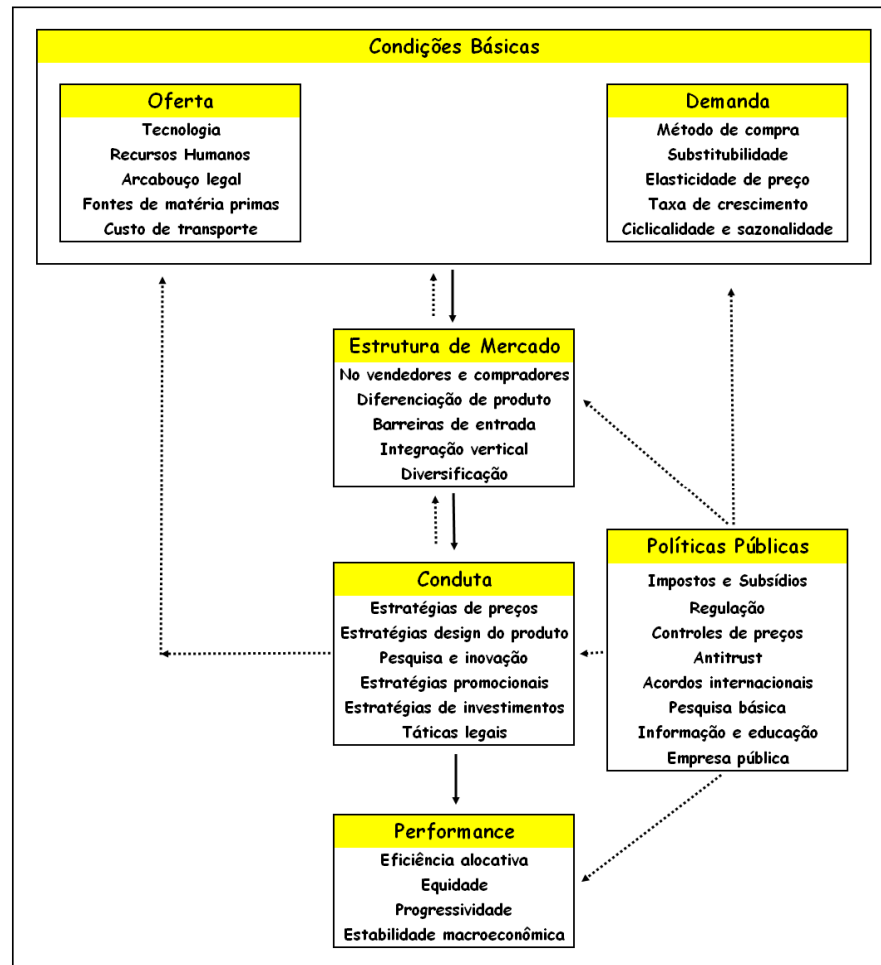


Figura III.1.2: Modelo Estrutura, Conduta e Performance
 Fonte: Traduzido de Scherer (1996)

III.1.5 – Elementos Comuns

A discussão sobre o tema das Instituições, Estratégias e Desenvolvimento revela que diferentes correntes de pensamento - muitas vezes aparentemente antagônicas e com troca de hostilidades entre seus representantes - possuem em comum a seguinte representação: indivíduos interagindo em diversos campos (econômico, social, político etc.), em situação de conflito potencial, como ilustra o dilema do prisioneiro (AXELROD, 1984).

Este conflito pode ser transformado em cooperação pela existência de estruturas institucionais compreendendo: normas, convenções, rotinas, crenças compartilhadas, organizações etc. A interação dinâmica entre as estratégias dos indivíduos com as referidas

estruturas institucionais resulta em diferentes performances de desenvolvimento (Figura III.1.3).

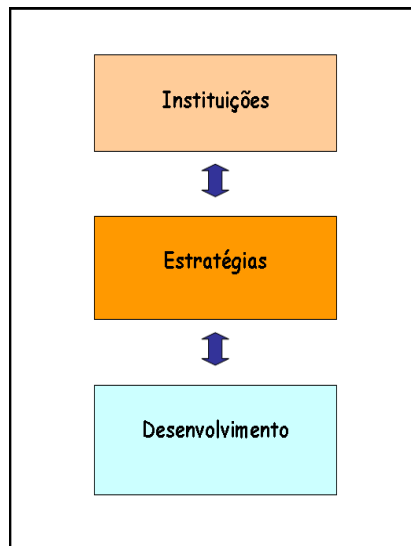


Figura III.1.3: Modelo “Instituição-Estratégia-Desenvolvimento”
Fonte: Elaboração própria

Assim, também nos processos decisórios de alocação de recursos, instituições (regras de decisão) influenciam as estratégias (decisões de investimento) e conseqüentemente o desenvolvimento (Figura III.1.4).

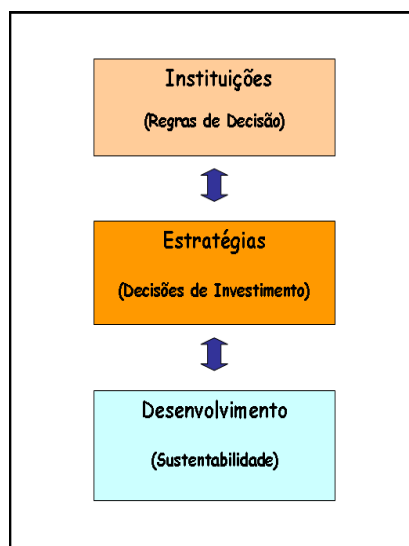


Figura III.1.4: Modelo IED e Decisões de Investimento
Fonte: Elaboração própria

Esta representação comporta ainda uma analogia com a teoria econômica evolucionária, na qual busca-se uma mutação institucional para as decisões de investimento que garanta a seleção das espécies - firmas, no nível micro, ou nações, no agregado - e sua continuidade numa trajetória de desenvolvimento sustentável (Figura III.1.5)

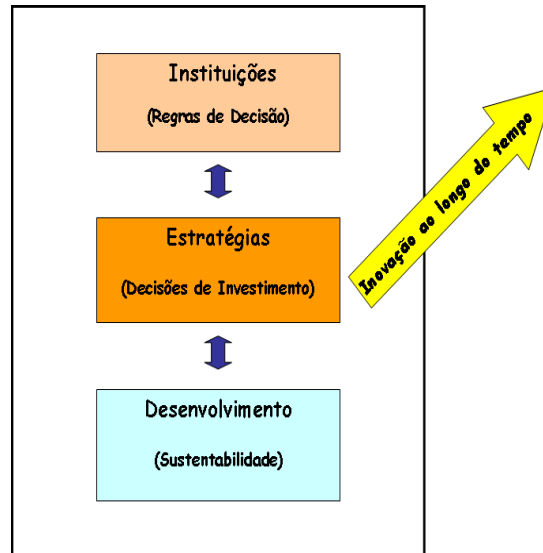


Figura III.1.5: Inovação Institucional
Fonte: Elaboração própria

Cabe destacar a importância, nas decisões de investimento, das contribuições trazidas, no campo da estratégia, pela Visão Baseada em Recursos (VBR). Seus autores, como vimos, preocupam-se em explicar como a alocação dos recursos das organizações (a) garante sua vantagem competitiva (FOSS, 1997; BARNEY, 1991) e (b) molda suas estratégias na busca contínua por renda (MAHONEY e PANDIAN, 1997). A obtenção de renda pode se dar não apenas pelo fato de a organização possuir melhores recursos, mas pela sua competência diferenciada na sua utilização (PENROSE, 1959).

III.2 - Modelo 2: “Como transformar barris de petróleo em IDH”

Um dos grandes desafios diante dos países emergentes é a promoção de desenvolvimento econômico sustentável, com geração de empregos e distribuição de renda. Essa questão é agravada, por um lado, pela escassez de recursos disponíveis e, por outro, pela enorme necessidade de investimentos nos diversos setores da economia e nas áreas social e ambiental.

Apresenta-se a seguir um modelo teórico estilizado, calibrado com dados hipotéticos¹³, em que recentes descobertas de reservas de petróleo em um país emergente estimulam discussões sobre as estratégias de investimento mais adequadas, para aproveitamento deste recurso, na promoção de desenvolvimento sustentável e erradicação da pobreza.

III.2.1 - Dados

- Carteira de quarenta projetos de exploração e produção (Tabela III.2.1) incluindo investimentos e custos operacionais¹⁴. Estas estimativas variam em função das características de cada reservatório: lâmina d'água, profundidade da jazida, distância da costa, infraestrutura etc.
- As externalidades dos projetos incluem: subsídios governamentais à produção arrecadados dos contribuintes; impactos sociais na comunidade pesqueira; impactos ambientais devidos às mudanças climáticas e ao turismo (Tabela III.2.2).
- Considera-se que a apropriação da renda petrolífera se dá integralmente através de um sistema de participações governamentais (*government take*) que prevê a prestação de serviços¹⁵ de exploração e produção por uma empresa contratada, que tem remuneração baseada nos custos incorridos¹⁶.

¹³ Adelman (1986) desenvolveu uma fórmula (conhecida pelo seu nome) que permite a estimativa de custos de E&P a partir dos custos de descoberta, desenvolvimento e operação, da taxa de depleção e do custo de capital.

¹⁴ Considera-se um gradiente de custos empresariais, investimento mais custos operacionais, equivalentes a 0,12 \$/bbl por MMbbl/ano.

¹⁵ Além da Prestação de Serviços, Bucheb (2007) descreve quatro tipos contratuais de *Government Take*: Monopólio Clássico exercido por uma *National Oil Company*, *Joint Venture*, Partilha de Produção e Concessão.

¹⁶ Pfeil (1999) apresenta uma análise da eficiência econômica de diferentes regimes de *Government Take*.

- População: 1 MM habitantes
- Geração de empregos: 7.500 empregos / 50 MM bbl/a
- Há uma intenção governamental de estabelecimento de uma meta de produção de 1.000 MMbbl/a para aumentar investimentos para estimular a geração de empregos e economia de divisas.
- Existência de uma política de inovações tecnológicas reduzindo os custos de E&P das firmas em 37,5%.
- Existência de uma política de conteúdo nacional competitiva com o mercado internacional que reduz os custos domésticos em 20%.
- Estuda-se o estabelecimento de metas de emissão de CO2 para a indústria.
- Custo de capital: 10% ao ano
- Preço de petróleo ao longo do horizonte: \$ 100 /bbl
- Período de produção até a exaustão do reservatório: 20 anos¹⁷
- A renda petrolífera decorrente das participações governamentais (*government take*) pode constituir um Fundo Social para financiamento de projetos socioambientais. No Brasil, o Executivo encaminhou ao Congresso o Projeto de Lei 5.940/2009, para criação de um Fundo Social¹⁸ que tem por objetivos:

I - constituir poupança pública de longo prazo com base nas receitas auferidas pela União;

II - oferecer fonte regular de recursos para o desenvolvimento social, na forma de projetos e programas nas áreas de combate à pobreza e de desenvolvimento da educação, da cultura, da ciência e tecnologia e da sustentabilidade ambiental; e

III - mitigar as flutuações de renda e de preços na economia nacional, decorrentes das variações na renda gerada pelas atividades de produção e exploração de petróleo e de outros recursos não renováveis (BRASIL, 2009, p.2).

¹⁷ Como um recurso mineral exaurível, considera-se adiante um custo de depleção das reservas.

¹⁸ Segundo a ex-primeira ministra da Noruega Gro Harlem Brundtland (2012), o Fundo Soberano, decorrente da renda petrolífera naquele país, destinado à pensão de seus habitantes é da ordem de US\$ 500 bilhões.

- Como exemplo de investimento social na área da educação, podemos citar o projeto ESCOLAS DO AMANHÃ, criado em 2009 pela Secretaria Municipal de Educação do Rio de Janeiro, que tem como objetivo:

reduzir a evasão escolar e melhorar o desempenho de alunos que moram em áreas conflagradas da cidade. Entre as propostas do projeto, que está inserido em 151 unidades escolares de todo o município, estão: educação em tempo integral; artes, esportes, reforço escolar para os alunos nos contraturnos, laboratórios de ciência, além de salas de saúde, leitura e informática.

[Como resultado] a taxa de evasão escolar das escolas inseridas no programa apresentou um acentuado declínio, em 2008 (5,1%) e em 2010 (3,26%) [...].

Mais de 105 mil alunos são atendidos pelo projeto Escolas do Amanhã. (RIO DE JANEIRO, 2012, p.1).

- Na área da saúde, destacamos o projeto REDE CEGONHA que tem como objetivo a redução da mortalidade materna e infantil, evitável no país. Trata-se de

uma estratégia inovadora do Ministério da Saúde que visa implementar uma rede de cuidados para assegurar às mulheres o direito ao planejamento reprodutivo e a atenção humanizada à gravidez, ao parto e ao puerpério e às crianças o direito ao nascimento seguro e ao crescimento e ao desenvolvimento saudáveis.

A Rede Cegonha sistematiza e institucionaliza um modelo de atenção ao parto e ao nascimento que vem sendo discutido e construído no país desde os anos 90 [...]

Trata-se de um modelo que garante às mulheres e às crianças uma assistência humanizada e de qualidade, que lhes permite vivenciar a experiência da gravidez, do parto e do nascimento com segurança, dignidade e beleza (BRASIL, 2011, p.3).

- Estes projetos socioambientais requerem um investimento inicial (obras, instalações etc.) e custos operacionais anuais (aluguéis, salários etc.)¹⁹. Como benefício espera-se uma melhoria na qualidade de vida da população em termos de aumento da longevidade, taxa de alfabetização para maiores de 15 anos e taxa de escolarização para maiores de 7 e menores de 22 anos²⁰. A Tabela III.2.3 apresenta os dados de custos e benefícios esperados para uma carteira de quarenta projetos socioambientais.

¹⁹ Considera-se um gradiente de Custo-Efetividade, equivalentes a \$ 80.000 / ISA² por ano.hab

²⁰ Estes indicadores de longevidade e educação compõem o Índice de Desenvolvimento Humano - IDH (PNUD, 1990), conforme será abordado adiante.

Tabela III.2.1: Carteira de Projetos de Exploração e Produção

Projeto	Produção	Investimento (CAPEX)	Custos Operacionais (OPEX)
#	MM bbl/a	MM \$	\$/bbl
1	50	1.229	3,11
2	50	1.400	8,71
3	50	1.571	14,31
4	50	1.743	19,91
5	50	1.914	25,50
6	50	2.086	31,10
7	50	2.257	36,70
8	50	2.429	42,29
9	50	2.600	47,89
10	50	2.771	53,49
11	50	2.943	59,09
12	50	3.114	64,68
13	50	3.286	70,28
14	50	3.457	75,88
15	50	3.629	82,32
16	50	3.800	87,07
17	50	3.971	90,63
18	50	4.143	98,27
19	50	4.314	103,87
20	50	4.486	109,46
21	50	4.657	115,06
22	50	4.829	120,66
23	50	5.000	126,25
24	50	5.171	131,85
25	50	5.343	137,45
26	50	5.514	143,05
27	50	5.686	148,64
28	50	6.657	154,28
29	50	5.229	161,72
30	50	6.200	165,44
31	50	6.371	171,03
32	50	6.543	176,63
33	50	6.714	182,23
34	50	6.886	187,82
35	50	7.057	193,42
36	50	7.229	199,02
37	50	7.400	204,62
38	50	7.571	210,21
39	50	7.743	215,81
40	50	7.914	221,41
TOTAL	2.000	182.857	-

Fonte: Elaboração própria

Tabela III.2.2: Externalidades dos Projetos de E&P²¹

Projeto	Produção	Externalidade Econômica (subsídio)	Externalidade sociais (comunidade pesqueira)	Externalidade ambiental (clima e turismo)
#	MM bbl/a	\$/bbl	\$/bbl	\$/bbl
1	50	25,00	5,00	0,55
2	50	25,00	5,00	1,60
3	50	25,00	5,00	2,65
4	50	25,00	5,00	3,70
5	50	25,00	5,00	4,75
6	50	25,00	5,00	5,80
7	50	25,00	5,00	6,85
8	50	25,00	5,00	7,90
9	50	25,00	5,00	8,95
10	50	25,00	5,00	10,00
11	50	25,00	5,00	10,00
12	50	25,00	5,00	10,00
13	50	25,00	5,00	10,00
14	50	25,00	5,00	10,00
15	50	25,00	5,00	10,00
16	50	25,00	5,00	10,00
17	50	25,00	5,00	10,00
18	50	25,00	5,00	10,00
19	50	25,00	5,00	10,00
20	50	25,00	5,00	10,00
21	50	25,00	5,00	10,00
22	50	25,00	5,00	10,00
23	50	25,00	5,00	10,00
24	50	25,00	5,00	10,00
25	50	25,00	5,00	10,00
26	50	25,00	5,00	10,00
27	50	25,00	5,00	10,00
28	50	25,00	5,00	10,00
29	50	25,00	5,00	10,00
30	50	25,00	5,00	10,00
31	50	25,00	5,00	10,00
32	50	25,00	5,00	10,00
33	50	25,00	5,00	10,00
34	50	25,00	5,00	10,00
35	50	25,00	5,00	10,00
36	50	25,00	5,00	10,00
37	50	25,00	5,00	10,00
38	50	25,00	5,00	10,00
39	50	25,00	5,00	10,00
40	50	25,00	5,00	10,00

Fonte: Elaboração própria

²¹ Não inclui custo de depleção das reservas

Tabela III.2.3: Carteira de Projetos Socioambientais

Projeto	Investimentos \$/hab	Custos Operacionais \$/hab.ano	Varição na esperança média de vida em anos (Var EV)	Varição na taxa de alfabetização para maiores de 15 anos (Var TA)	Varição na taxa de escolarização entre 7 e 22 anos (Var TE)
1	75	18	1,33	2,06%	4,25%
2	225	53	1,34	2,08%	4,16%
3	375	88	1,35	2,10%	4,07%
4	525	123	1,36	2,12%	3,98%
5	675	158	1,37	2,15%	3,89%
6	825	193	1,37	2,17%	3,80%
7	975	228	1,38	2,19%	3,71%
8	1.125	263	1,39	2,21%	3,62%
9	1.275	298	1,40	2,24%	3,53%
10	1.425	333	1,41	2,26%	3,44%
11	1.575	368	1,42	2,28%	3,35%
12	1.725	403	1,43	2,30%	3,26%
13	1.875	438	1,44	2,33%	3,17%
14	2.025	473	1,45	2,35%	3,08%
15	2.175	508	1,46	2,37%	2,99%
16	2.325	543	1,46	2,39%	2,90%
17	2.475	578	1,47	2,42%	2,81%
18	2.625	613	1,48	2,44%	2,72%
19	2.775	648	1,49	2,46%	2,63%
20	2.925	683	1,50	2,48%	2,54%
21	3.075	718	1,51	2,51%	2,45%
22	3.225	753	1,52	2,53%	2,36%
23	3.375	788	1,53	2,55%	2,27%
24	3.525	823	1,54	2,57%	2,18%
25	3.675	858	1,55	2,60%	2,09%
26	3.825	893	1,55	2,62%	2,00%
27	3.975	928	1,56	2,64%	1,91%
28	4.125	963	1,57	2,66%	1,82%
29	4.275	998	1,58	2,69%	1,73%
30	4.425	1.033	1,59	2,71%	1,64%
31	4.575	1.068	1,60	2,73%	1,55%
32	4.725	1.103	1,61	2,75%	1,46%
33	4.875	1.138	1,62	2,78%	1,37%
34	5.025	1.173	1,63	2,80%	1,28%
35	5.175	1.208	1,64	2,82%	1,19%
36	5.325	1.243	1,64	2,84%	1,10%
37	5.475	1.278	1,65	2,87%	1,01%
38	5.625	1.313	1,66	2,89%	0,92%
39	5.775	1.348	1,67	2,91%	0,83%
40	5.925	1.383	1,68	2,93%	0,74%

Fonte: Elaboração própria

III.2.2 - Estratégias de Investimento

Para análise das estratégias de investimento, foram adotadas duas abordagens distintas, que se revelaram conciliáveis. A primeira utiliza um modelo de programação linear e a segunda adota uma solução analítica, utilizando o método de Lagrange.

Como ponto de partida, assume-se que a sociedade deseja maximizar seu desenvolvimento medido pelo indicador de maior consenso em termos de resultados esperados: o Índice de Desenvolvimento Humano - IDH (PNUD, 1990).

O IDH teve como um dos colaboradores Amartya Sen, prêmio Nobel de Economia de 1998. O pensamento de Sen (2000) corresponde a um divisor de águas na análise da questão social. Sem desconsiderar as estruturas - pobreza, classes, dominação - características em outros autores, Sen privilegia o indivíduo. Para ele, o desenvolvimento pode ser visto como um processo de expansão das liberdades reais de que as pessoas desfrutam.

Esta visão contrasta com aquelas segundo as quais o desenvolvimento é identificado com o crescimento econômico, medido pelo Produto Interno Bruto (PIB). O crescimento do PIB pode ser muito importante como um meio de expandir as liberdades dos indivíduos, mas não é suficiente. São necessárias ainda disposições sociais e econômicas (saúde, educação etc.), bem como os direitos civis (participação política etc.).

A respeito do papel dos mercados no processo de desenvolvimento, Sen observa que:

Ser genericamente contra os mercados seria quase tão estapafúrdio quanto ser genericamente contra a conversa entre as pessoas (ainda que certas conversas sejam claramente infames e causem problemas a terceiro – ou até mesmo aos próprios interlocutores). A liberdade de trocar palavras, bens ou presentes não necessita de justificção defensiva com relação a seus efeitos favoráveis, mas distantes; essas trocas fazem parte do modo como os seres humanos vivem e interagem na sociedade (a menos que sejam impedidos por regulamentação ou decreto). A contribuição do mecanismo de mercado para o crescimento econômico é obviamente importante, mas vem depois do reconhecimento da importância direta da liberdade de troca – de palavras, bens, presentes (SEN, 2000, p. 21).

Sen critica a visão tradicional de que o desemprego seria meramente uma deficiência de renda

[...] que pode ser compensada por transferências do Estado (a um pesado custo fiscal que pode ser ele próprio, um ônus gravíssimo); é também uma fonte de efeitos debilitadores muito abrangentes sobre a liberdade, a iniciativa e as habilidades dos indivíduos. Entre seus múltiplos efeitos, o desemprego contribui para a “exclusão social” de alguns grupos e acarreta a perda de autonomia, de autonomia, de autoconfiança e de saúde física e psicológica (SEN, 2000, p. 37).

Para Sen, a visão de liberdade envolve tanto os processos - que permitem aos indivíduos fazerem melhores escolhas - como as oportunidades reais que as pessoas têm. E prossegue:

Com oportunidades sociais adequadas, os indivíduos podem efetivamente moldar seu próprio destino e ajudar uns aos outros. Não precisam ser vistos, sobretudo como beneficiários passivos de engenhosos programas de desenvolvimento (SEN, 2000, p. 26).

Ou seja, para Sen a explicação da pobreza não deve ser procurada apenas na ausência de rendas, mas na existência de dotes individuais – como saúde, educação – que capacitem o indivíduo a exercer sua liberdade e a fazer melhores escolhas. Assim, o grau de desenvolvimento dos países não deve ser medido apenas pelo PIB, mas pelo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), que considera renda, saúde e educação.

Assim, O IDH foi definido como sendo a média aritmética das variáveis Longevidade (L), Educação (E) e Renda (R):

$$\text{IDH} = (L + E + R) / 3 \quad \text{(III.2.1)}$$

Onde,

$$L = (EV-25) / 60 \quad \text{(III.2.2)}$$

$$E = (2TA + TE) / 3 \quad \text{(III.2.3)}$$

$$R = (\log_{10} R_{pc} - 2) / 2,60206 \quad \text{(III.2.4)}$$

Sendo:

EV = Esperança média de vida

TA = Taxa de alfabetização para maiores de 15 anos

TE = Taxa de escolarização para maiores de 7 e menores de 22 anos

R_{pc} = Renda per capita

Define-se aqui o Índice Socioambiental (ISA) como:

$$ISA = (L + E) / 2 \quad \text{(III.2.5)}$$

Para facilitar o entendimento da questão, será utilizada uma figura padrão (Figura III.2.1) contendo os seguintes quadrantes:

- Primeiro Quadrante: Curvas de IDH (abscissa: Índice Socioambiental - ISA; ordenada: Renda per capita em \$/ano.hab)
- Segundo Quadrante: Renda Petrolífera (abscissa: Produção em MM bbl/a; ordenada: Renda per capita em \$/ano.hab)
- Terceiro Quadrante: Investimentos Produtivos (abscissa: Produção em MM bbl/a; ordenada: Custo de Produção em \$/bbl)
- Quarto Quadrante: Investimentos Socioambientais (abscissa: Índice Socioambiental - ISA; ordenada: Custo-Efetividade em \$/ISA por ano.hab)

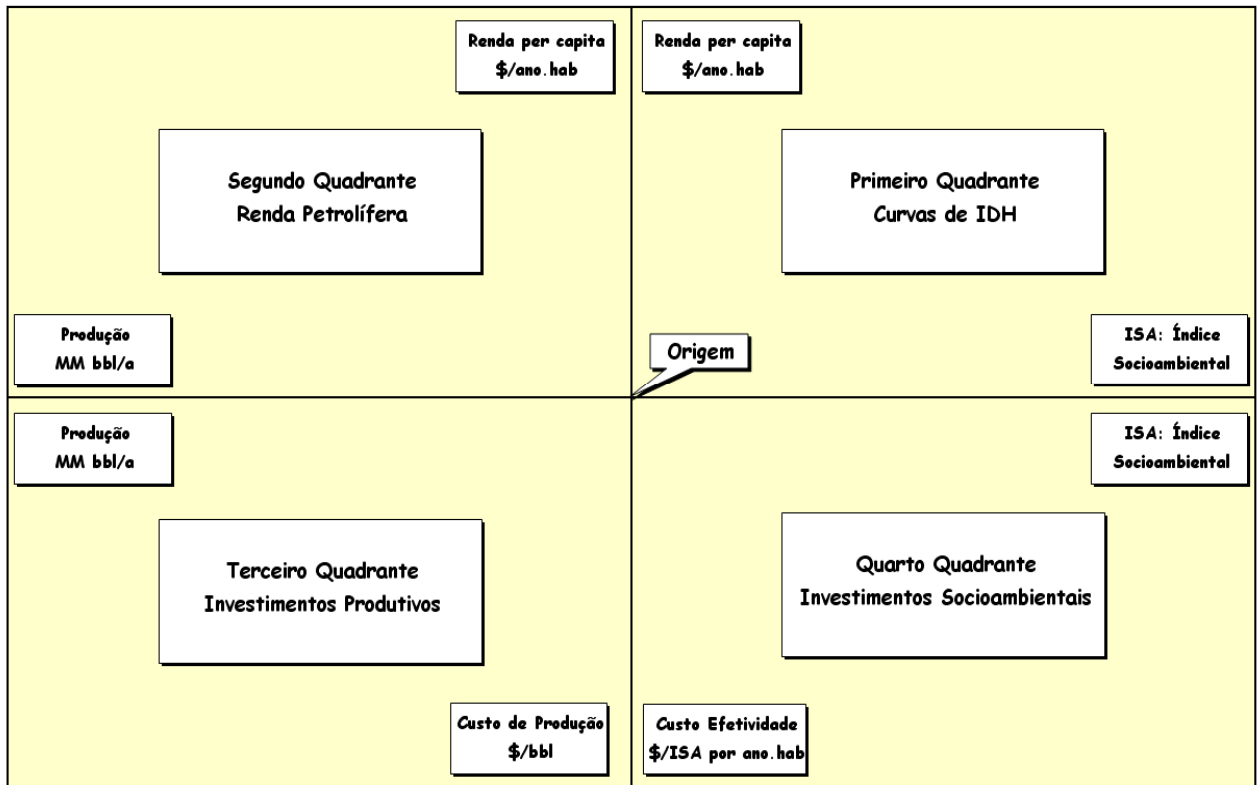


Figura III.2.1: Quadrantes
Fonte: Elaboração própria

A partir das equações III.2.1 a III.2.5, são desenhadas no primeiro quadrante (Figura III.2.2), curvas de mesmo IDH, ou Iso-IDH.

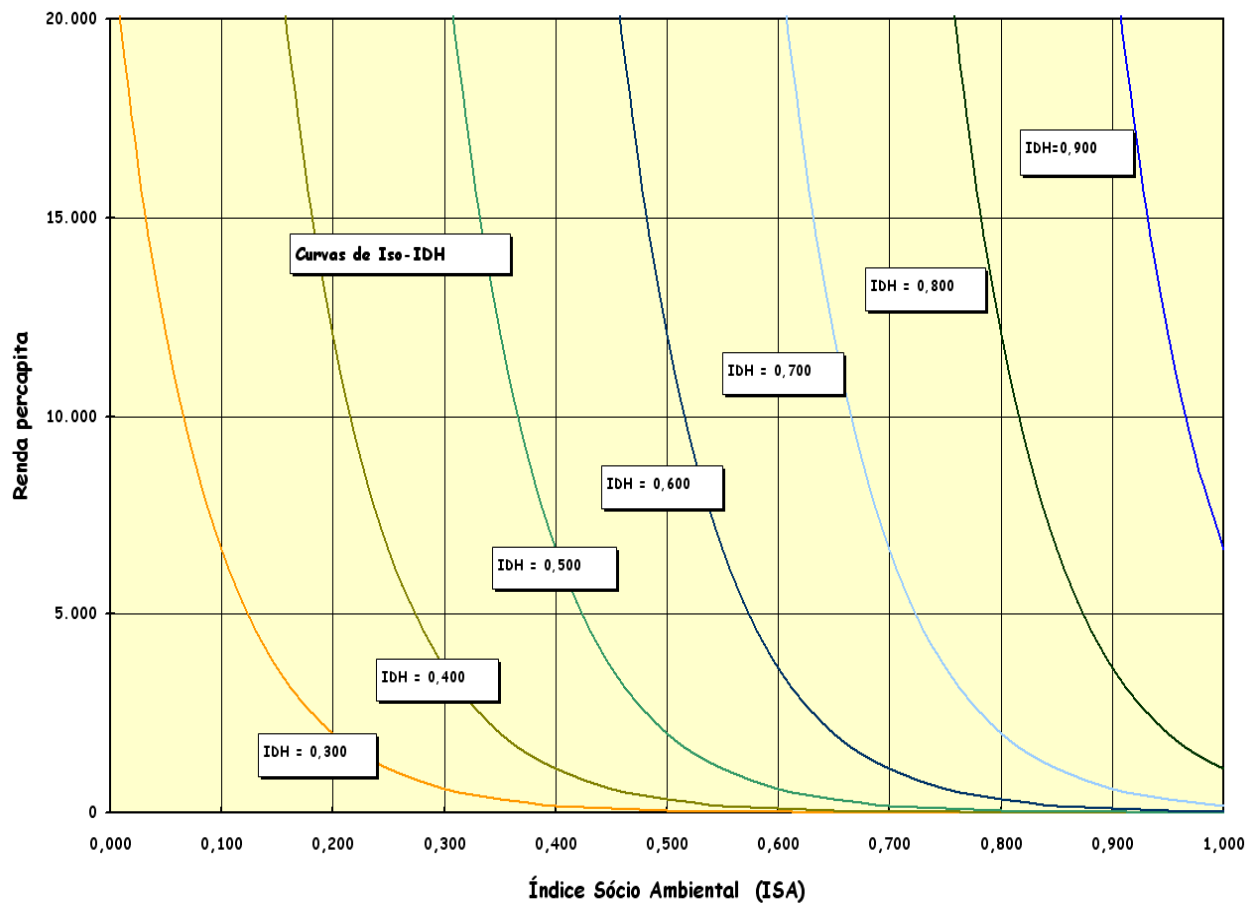


Figura III.2.2: Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)
Fonte: Elaboração própria a partir PNUD (1990)

O modelo, de forma estilizada, considera que a economia nacional se resume ao setor petróleo e que as decisões de investimento são tomadas no instante inicial, trazendo impactos futuros. Ou, em outras palavras, os resultados em termos de IDH podem ser interpretados como incrementais, em decorrência dos novos investimentos.

Em caráter ilustrativo, sem conexão com o modelo teórico da tese, apresenta-se o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do Brasil e de outros países no Apêndice E.

A Figura III.2.3 apresenta, no terceiro quadrante, a carteira de projetos produtivos (MMbbl/a) e seus respectivos custos marginais privados, em US\$/bbl, sem inclusão das externalidades.

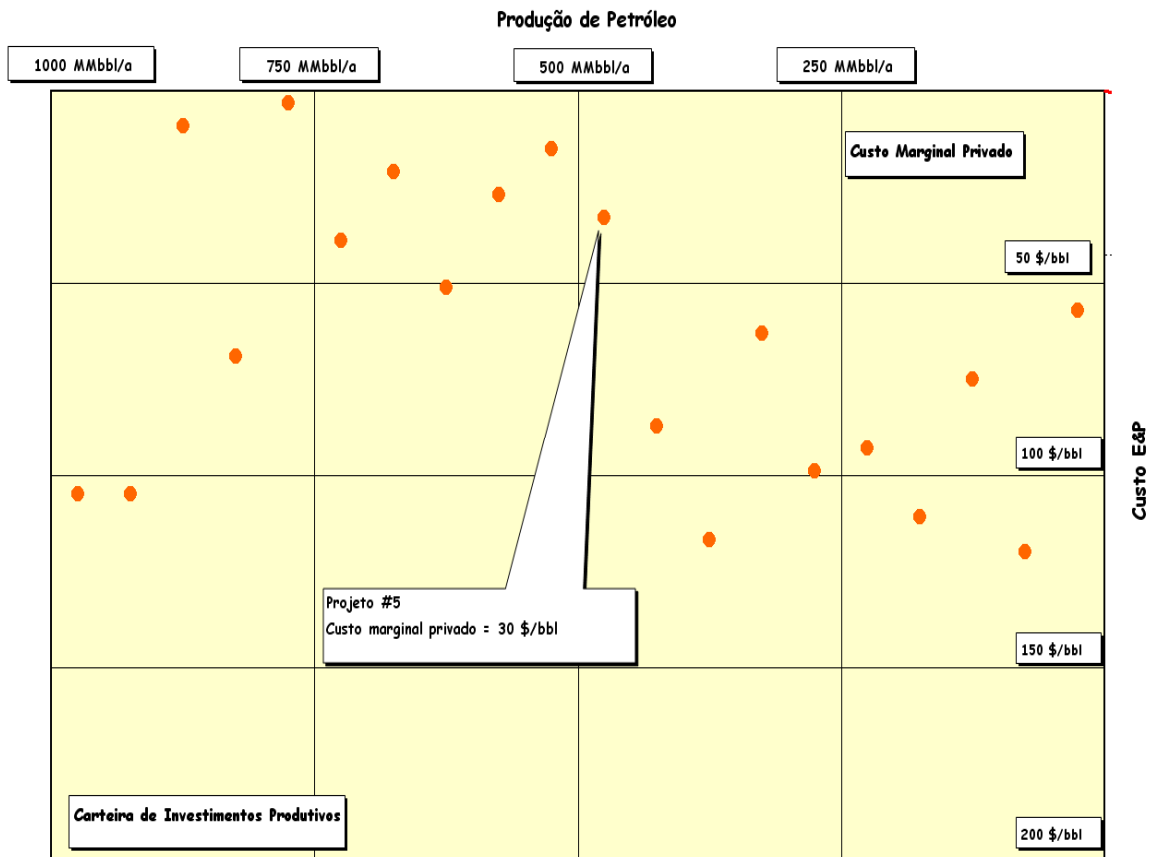


Figura III.2.3: Custo marginal empresarial
 Fonte: Elaboração própria

A seguir, apresenta-se a dedução desses custos marginais privados (CP). A renda anual (Ra) proporcionada por um projeto pode ser escrita da seguinte forma:

$$Ra = (P \cdot Q - Opex \cdot Q) \cdot (1 - t) + t \cdot d - Capex \cdot FPR, \quad \text{onde:} \quad \text{(III.2.6)}$$

P = preço

Q = quantidade

Opex = Custos operacionais anuais

t = alíquota de IR

d = depreciação = 5% aa

Capex = Investimento

i = custo de capital = 10 % aa

n = duração do projeto

FPR: Fator de equivalência financeira - FPR(10%;20 anos) = 0,117

Pode-se dizer que quando a Renda é nula, o preço equivale ao custo privado (CP). Assim,

$$Ra = 0 = (CP \cdot Q - Opex \cdot Q) \cdot (1 - t) + t \cdot d - Capex \cdot FPR$$

Donde:

$$CP = Opex + (Capex \cdot FPR - t \cdot d) / [Q \cdot (1-t)] \quad \text{(III.2.7)}$$

Para o projeto #5 da Tabela III.2.1, temos:

$$Capex = \$ 1.914 \text{ MM } \$$$

$$Opex = \$ 25,50 / \text{bbl}$$

$$Q = 50 \text{ MM bbl/a}$$

$$t = 0,34$$

Assim,

$$CP = Opex + (Capex \cdot FPR - t \cdot d) / [Q \cdot (1-t)]$$

$$CP = 25,50 + (1.914 \cdot 0,117 - 0,34 \cdot 1.914 \cdot 5\%) / [50 \cdot (1 - 0,34)]$$

$$CP = 25,50 + (224,00 - 32,5) / 33 = 25,50 + 5,80$$

$$CP = \$ 31,33 / \text{bbl (com IR)}$$

Na ausência de imposto de renda ($t=0$), temos:

$$CP = Opex + (Capex \cdot FPR - t \cdot d) / [Q \cdot (1-t)]$$

$$CP = 25,50 + (1.914 \cdot 0,117) / 50$$

$$CP = 25,50 + (224,00) / 50$$

$$CP = 25,50 + 4,50$$

$$CP = \$ 30,00 / bbl \text{ (sem IR)}$$

Para o mesmo projeto #5 da Tabela III.2.1, os custos para a sociedade (CS) podem ser calculados através da equação

$$CS = CP + EE + ES + EA + CD \quad \text{(III.2.8)}$$

Onde:

$$CP: \text{ custo privado} = \$ 30,00 / bbl \text{ (sem IR)}$$

$$EE: \text{ externalidade econômica} = \$ 25,00 / bbl$$

$$ES: \text{ externalidade social} = \$ 5,00 / bbl$$

$$EA: \text{ externalidade ambiental} = \$ 4,75 / bbl$$

$$CD: \text{ custo de depleção} = \$ 5,25 / bbl$$

Este custo de depleção corresponde ao custo de uso ou escassez do petróleo segundo El Sarif (1989) citado por Young e Serôa da Mota (1995).

A metodologia para determinação do custo de depleção, ou custo de uso, de uma reserva exaurível foi apresentada no item II.4.6, e seu cálculo está apresentado na Tabela III.2.4.

As externalidades econômica, social e ambiental estão mostradas na Tabela III.2.2.

Assim,

$$CS = 30,00 + 25,00 + 5,00 + 4,75 + 5,25 = \$ 70,00 /\text{bbl}$$

Os valores de CS estão mostrados na Figura III.2.4.

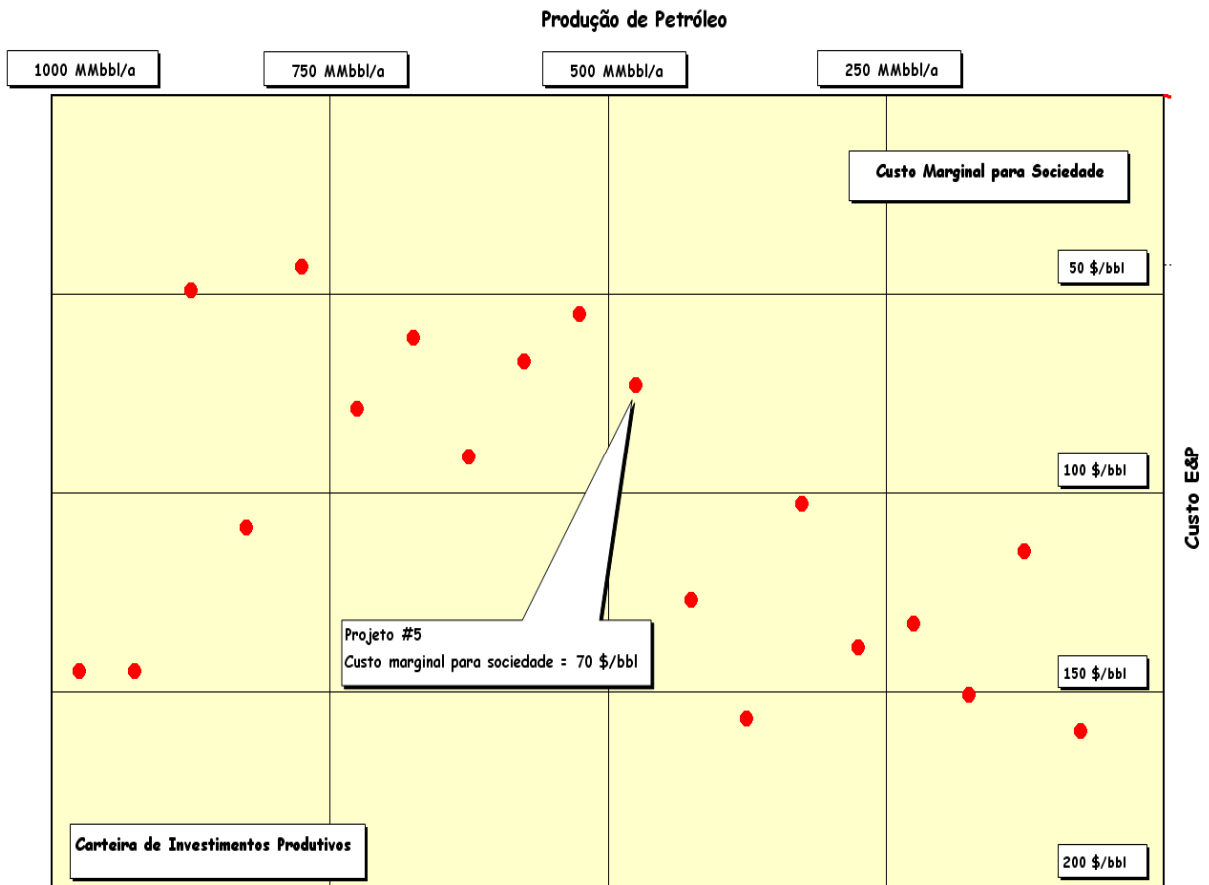


Figura III.2.4: Custo marginal de produção para sociedade
Fonte: Elaboração própria

Tabela III.2.4: Custo de Uso dos Projetos de Exploração e Produção

Projeto	Produção	Capex	Opex	Custo Privado	Externalidades exceto custo de uso	Custo Social exceto custo de uso	Preço	Renda R	Custo de Uso (R-X) = 0,149 R
#	MM bbl/a	\$/bbl	\$/bbl	\$/bbl	\$/bbl	\$/bbl	\$/bbl	\$/bbl	\$/bbl
1	50	2,89	3,11	6,00	30,55	36,55	100,00	63,45	9,45
2	50	3,29	8,71	12,00	31,60	43,60	100,00	56,40	8,40
3	50	3,69	14,31	18,00	32,65	50,65	100,00	49,35	7,35
4	50	4,09	19,91	24,00	33,70	57,70	100,00	42,30	6,30
5	50	4,50	25,50	30,00	34,75	64,75	100,00	35,25	5,25
6	50	4,90	31,10	36,00	35,80	71,80	100,00	28,20	4,20
7	50	5,30	36,70	42,00	36,85	78,85	100,00	21,15	3,15
8	50	5,71	42,29	48,00	37,90	85,90	100,00	14,10	2,10
9	50	6,11	47,89	54,00	38,95	92,95	100,00	7,05	1,05
10	50	6,51	53,49	60,00	40,00	100,00	100,00	0,00	-
11	50	6,91	59,09	66,00	40,00	106,00	100,00	-6,00	-
12	50	7,32	64,68	72,00	40,00	112,00	100,00	-12,00	-
13	50	7,72	70,28	78,00	40,00	118,00	100,00	-18,00	-
14	50	8,12	75,88	84,00	40,00	124,00	100,00	-24,00	-
15	50	7,68	82,32	90,00	40,00	130,00	100,00	-30,00	-
16	50	8,93	87,07	96,00	40,00	136,00	100,00	-36,00	-
17	50	9,33	90,63	99,96	40,00	139,96	100,00	-39,96	-
18	50	9,73	98,27	108,00	40,00	148,00	100,00	-48,00	-
19	50	10,13	103,87	114,00	40,00	154,00	100,00	-54,00	-
20	50	10,54	109,46	120,00	40,00	160,00	100,00	-60,00	-
21	50	10,94	115,06	126,00	40,00	166,00	100,00	-66,00	-
22	50	11,34	120,66	132,00	40,00	172,00	100,00	-72,00	-
23	50	11,75	126,25	138,00	40,00	178,00	100,00	-78,00	-
24	50	12,15	131,85	144,00	40,00	184,00	100,00	-84,00	-
25	50	12,55	137,45	150,00	40,00	190,00	100,00	-90,00	-
26	50	12,95	143,05	156,00	40,00	196,00	100,00	-96,00	-
27	50	13,36	148,64	162,00	40,00	202,00	100,00	-102,00	-
28	50	15,64	154,28	169,92	40,00	209,92	100,00	-109,92	-
29	50	12,28	161,72	174,00	40,00	214,00	100,00	-114,00	-
30	50	14,56	165,44	180,00	40,00	220,00	100,00	-120,00	-
31	50	14,97	171,03	186,00	40,00	226,00	100,00	-126,00	-
32	50	15,37	176,63	192,00	40,00	232,00	100,00	-132,00	-
33	50	15,77	182,23	198,00	40,00	238,00	100,00	-138,00	-
34	50	16,18	187,82	204,00	40,00	244,00	100,00	-144,00	-
35	50	16,58	193,42	210,00	40,00	250,00	100,00	-150,00	-
36	50	16,98	199,02	216,00	40,00	256,00	100,00	-156,00	-
37	50	17,38	204,62	222,00	40,00	262,00	100,00	-162,00	-
38	50	17,79	210,21	228,00	40,00	268,00	100,00	-168,00	-
39	50	18,19	215,81	234,00	40,00	274,00	100,00	-174,00	-
40	50	18,59	221,41	240,00	40,00	280,00	100,00	-180,00	-

Fonte: Elaboração própria a partir de El Sarif (1989) citado por Young e Serôa da Mota (1995)

A Figura III.2.5 apresenta, no quarto quadrante, a carteira de projetos socioambientais e seus respectivos Custos-Efetividade (\$/ISA por ano.hab). Cabe esclarecer que estes projetos não estão vinculados aos projetos de E&P – cujos custos referem-se às externalidades socioambientais. Os projetos aqui mencionados referem-se àqueles financiados pelo Fundo Social, constituído pela renda petrolífera.

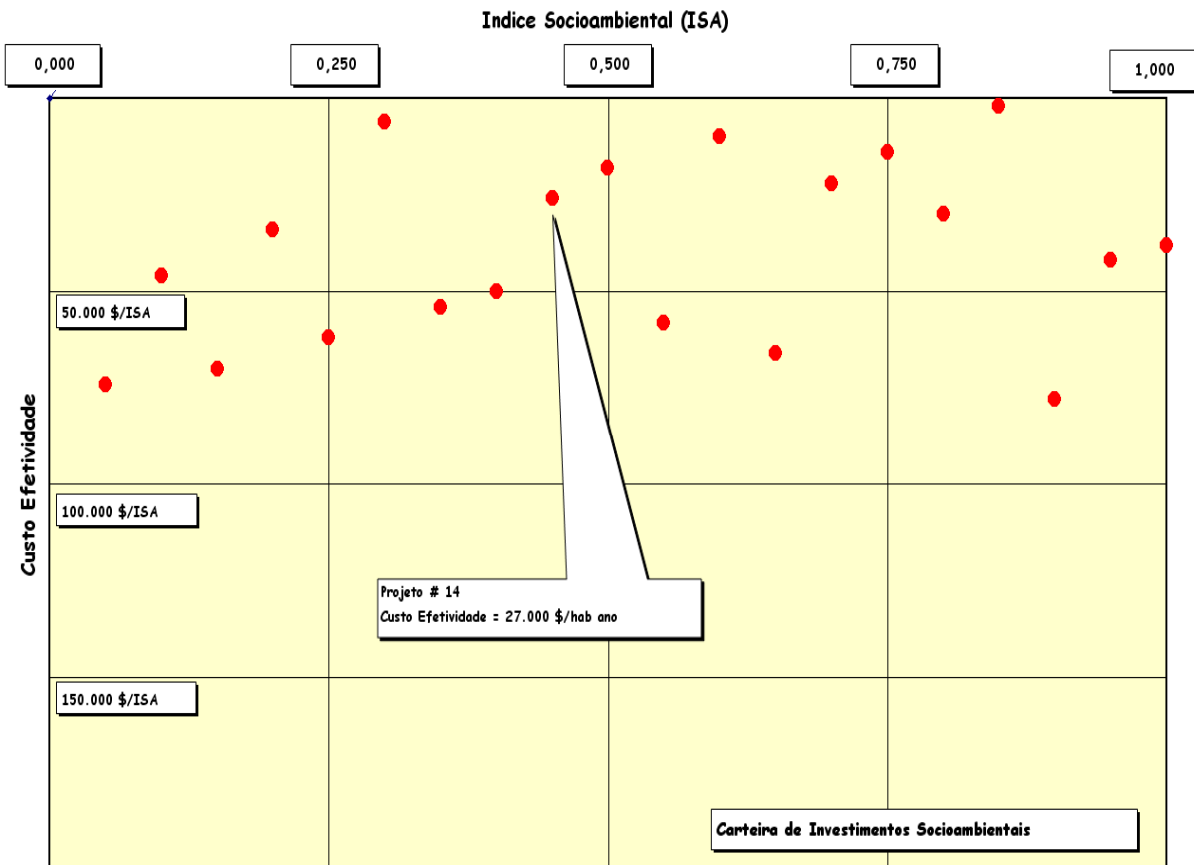


Figura III.2.5: Custo-Efetividade (\$/ISA)

Fonte: Elaboração própria

O Custo-Efetividade (\$/ISA) dos projetos sócio-ambientais pode ser definido da seguinte forma:

$$CE = [(Capex \cdot i) + Opex] / ISA$$

(III.2.9)

Onde

Capex = Investimento (\$/hab.)

Opex = Custos operacionais anuais (\$/hab.ano)

i = custo de capital

ISA = Índice Socioambiental

Exemplificando, para o projeto # 14 Tabela III.2.2, temos:

Capex = \$ 2.025 /hab

Opex = \$ 473 /hab.ano

Cálculo do ISA do projeto:

Var EV = Variação na esperança média de vida = 1,45 anos

Var TA = Variação na taxa de alfabetização (maiores de 15 anos) = 2,35%

Var TE = Variação na taxa de escolarização (entre 7 e 22 anos) = 3,08%

Var L = (Var EV) /60 = (1,45) /60 = 0,024

Var E = (2. Var TA + Var TE) /3 = (2. 2,35% + 3,08%)/3 = 0,026

Assim,

ISA = (Var L + Var E) /2 = 0,025

O Custo-Efetividade (\$/ISA) do projeto será dado por:

CE = [(Capex . i) + Opex] / ISA

CE = [(2.025 . 10%) + 473] / 0,025 = 675/ 0,025 = \$ 27.000 /hab.ano

A questão que se coloca é a seguinte: para maximizar o IDH, com redução da pobreza, quais projetos de produção de petróleo e quais projetos socioambientais devemos escolher? Além disso, quais critérios de decisão, ou instituições, devemos ter?

Superpondo-se os quadrantes das Figuras anteriores (Figura III.2.2 a Figura III.2.5), temos a ilustração completa do problema na Figura III.2.6.

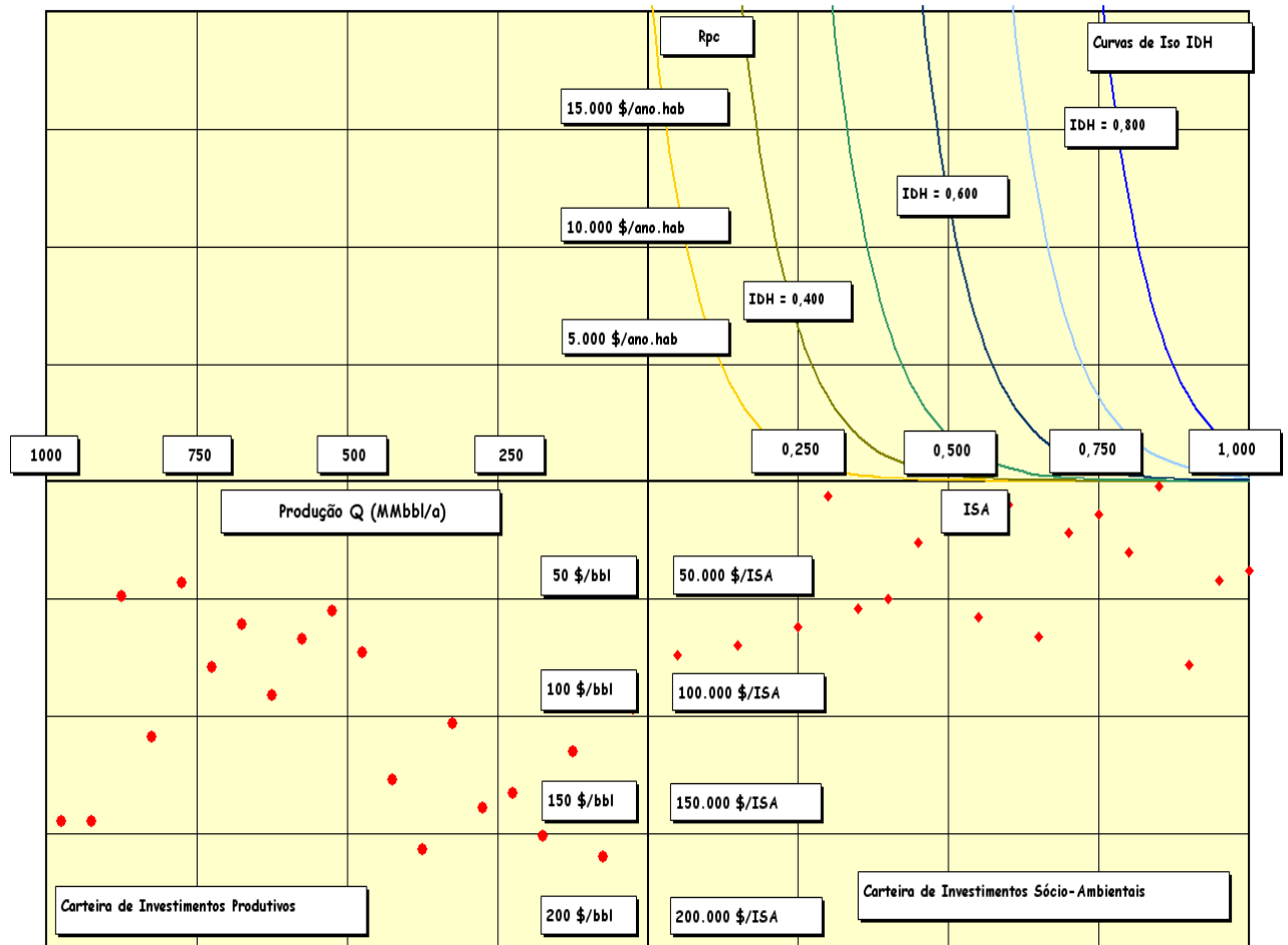


Figura III.2.6: Ilustração do Problema
Fonte: Elaboração própria

Para responder à questão colocada acima, utilizamos duas abordagens descritas adiante: (a) Modelo de Seleção de Investimentos utilizando técnicas de programação linear e (b) o Método de Lagrange.

III.2.3 - Modelo de Seleção de Investimentos

Descrição

Este modelo de programação linear adota como função objetivo a maximização do IDH, Índice de Desenvolvimento Humano, considerando diferentes restrições. Variáveis de decisão indicam quais projetos de produção de petróleo e quais projetos socioambientais, devem ser aceitos ou rejeitados. Outras variáveis refletem inovações tecnológicas e institucionais, influenciando o processo decisório de investimentos. Utilizou-se no modelo a função *Solver* da planilha eletrônica Excel, da Microsoft.

Variáveis referentes a projetos de produção de petróleo

Variáveis gerais:

P = preço do petróleo

PTAX = Taxa de Câmbio

ME = percentual em moeda estrangeira

Variáveis referentes aos projetos

N_j: número de ordem do projeto j

Q_j: produção

I_j: investimento

CO_{2j}: emissões anuais de CO₂

E_j: empregos anuais

CE: custo marginal de emissões \$/tCO₂

CEG_j: custo do emprego gerado

ELDj: economia líquida de divisas

CDEj: custo da divisa economizada

CPj: custo privado unitário

CSj: custo para a sociedade unitário

RPj: renda privada anual (*business as usual*)

RSj: renda sustentável anual

EEj: externalidade econômica

ESj: externalidade social

EAj: externalidade ambiental

CDj: custo de depleção

h: numero de habitantes

Q: produção total

I: investimento total

CO2: emissões anuais totais de CO2

E: empregos anuais totais

ELD: economia líquida de divisas total

RP: renda privada total anual (*business as usual*)

RS: renda sustentável total anual

RSpc: renda sustentável anual per capita

FS: Fundo Social

Qmin: metas de produção

Imin: meta para investimento

Imáx: limite para investimento

CO2máx: limite de emissões anuais totais de CO2

Emin: meta para geração de empregos anuais

ELDmin: meta para economia líquida de divisas anuais

Variáveis de decisão

Para estas variáveis, adotadas para a escolha de projetos, o modelo comporta duas modalidades de utilização, mutuamente exclusivas, conforme descrito abaixo:

(a) Projetos escolhidos **diretamente** através de suas variáveis de decisão: neste caso, a cada projeto (N_j) é associada uma variável de decisão binária (X_j). Os projetos produtivos (N_j) escolhidos são aqueles que apresentam valor $X_j = 1$. Para os projetos rejeitados, $X_j = 0$.

(b) Projetos escolhidos **indiretamente** através de variáveis institucionais binárias (0,1) refletindo critérios de decisão, conforme descrito abaixo:

$X_{Qagr} = 1$: indica que não há um sistema de gerenciamento em que os projetos são analisados individualmente através de Estudos de Viabilidade Técnico-Econômica. A comparação de custos e benefícios se dá de forma agregada e sem considerar externalidades. Neste caso, geralmente, há uma meta a ser atingida ou um orçamento a ser utilizado.

$X_{Qbau} = 1$: indica a existência de um sistema de gerenciamento em que os projetos são analisados individualmente através de Estudos de Viabilidade Técnico-Econômica

para a empresa, ainda sem considerar externalidades. São aprovados os projetos que apresentam Valor Presente Líquido positivo para a empresa ($VPL_{bau} > 0$).

$XQ_{sus} = 1$: indica que há um sistema de gerenciamento em que os projetos são analisados individualmente através de Estudos de Viabilidade Técnico-Econômica para a sociedade, considerando as externalidades. São aprovados os projetos que apresentam Valor Presente Líquido positivo para a sociedade ($VPL_{sus} > 0$).

Outras variáveis binárias institucionais são:

$XQ_{inov} = 1$: indica a existência de uma política de inovações tecnológicas reduzindo os custos de E&P das firmas em 37,5%.

$XQ_{cpnc} = 1$: indica a existência de uma política de conteúdo nacional competitiva com o mercado internacional com redução de custos domésticos de 20%.

Variáveis referentes a projetos socioambientais

Variáveis referentes aos projetos:

N_k : número de ordem do projeto k

Var_{EV_k} = variação na esperança média de vida

Var_{TA_k} = variação na taxa de alfabetização para maiores de 15 anos

Var_{TE_k} = variação na taxa de escolarização para maiores de 7 e menores de 22 anos

$ISAk$: Índice Socioambiental

CE_k : Custo-Efetividade

GSA_k : Gasto anual per capita

RSD_{pc} : Renda sustentável disponível per capita

IDH : Índice de Desenvolvimento Humano

MDM: Metas do Milênio, correspondente a um valor de ISA mínimo

Variáveis de decisão

X_k : variável contínua no intervalo (0;1), referente à aceitação do projeto. Isto significa que estes projetos podem ser aceitos fracionadamente.

Variáveis institucionais

$X_{SAgp} = 1$: variável binária indicando a existência de um sistema de gerenciamento de projetos analisados individualmente através do Custo-Efetividade

$X_{SAinov} = 1$: variável binária indicando a existência de um programa de inovações tecnológicas reduzindo os custos dos projetos sócio-ambientais em 50%.

Equacionamento referente a projetos de produção de petróleo

$$X_j \text{ binária } [0;1] \quad (\text{III.2.10})$$

$$Q = \sum (X_j \cdot Q_j) \quad (\text{III.2.11})$$

$$Q > Q_{\min} \quad (\text{III.2.12})$$

$$I = \sum (X_j \cdot I_j) \quad (\text{III.2.13})$$

$$I < I_{\max} \quad (\text{III.2.14})$$

$$I > I_{\min} \quad (\text{III.2.15})$$

$$CO_2 = \sum (X_j \cdot CO_{2j}) \quad (\text{III.2.16})$$

$$CO_2 < CO_{2\max} \quad (\text{III.2.17})$$

$$E = \sum (X_j \cdot E_j) \quad (\text{III.2.18})$$

$$E > E_{\min} \quad (\text{III.2.19})$$

$$CS_j = CP_j + EE_j + ES_j + EA_j + CD_j \quad (\text{III.2.20})$$

$$ELD_j = (P - CS_j \cdot ME) \cdot Q_j \quad (\text{III.2.21})$$

$$CDE_j = [CS_j \cdot (1 - ME) \cdot Q_j \cdot PTAX] / ELD_j \quad (\text{III.2.22})$$

$$ELD = \sum (X_j \cdot ELD_j) \quad (\text{III.2.23})$$

$$ELD > ELD_{\min} \quad (\text{III.2.24})$$

$$RP_j = (P - CP_j) \cdot Q_j \quad (\text{III.2.25})$$

$$RS_j = (P - CP_j - EE_j - ES_j - EA_j - CD_j) \cdot Q_j \quad (\text{III.2.26})$$

$$RP = \sum (XQ_j \cdot RP_j) \quad (\text{III.2.27})$$

$$RS = \sum (XQ_j \cdot RS_j) \quad (\text{III.2.28})$$

$$RSp_c = RS / h \quad (\text{III.2.29})$$

$$XQ_{agr} \text{ binária } (0;1) \quad (\text{III.2.30})$$

$$XQ_{bau} \text{ binária } (0;1) \quad (\text{III.2.31})$$

$$XQ_{sus} \text{ binária } (0;1) \quad (\text{III.2.32})$$

$$XQ_{agr} + XQ_{bau} + XQ_{sus} = 1 \quad (\text{III.2.33})$$

$$XQ_{inov} \text{ binária } (0;1) \quad (\text{III.2.34})$$

$$XQ_{cpnc} \text{ binária } (0;1) \quad (\text{III.2.35})$$

Equacionamento referente aos projetos sócio-ambientais

$$X_k: \text{ contínua no intervalo } (0;1) \quad (\text{III.2.36})$$

$$XS_{Agp}: \text{ binária } (0;1) \quad (\text{III.2.37})$$

$$XSA_{\text{inov}}: \text{binária } (0;1) \quad (\text{III.2.38})$$

$$\text{Var Lk} = (\text{Var EVk} - 25) / 60 \quad (\text{III.2.39})$$

$$\text{Var Ek} = (2 \text{ Var T}A_k + \text{Var TE}k) / 3 \quad (\text{III.2.40})$$

$$ISA_k = (\text{Var Lk} + \text{Var Ek}) / 2 \quad (\text{III.2.41})$$

$$ISA = \sum (X_k \cdot ISA_k) \quad (\text{III.2.42})$$

$$ISA > \text{MDM} \quad (\text{III.2.43})$$

$$GSA_k = CE_k \cdot ISA_k \quad (\text{III.2.44})$$

$$GSA = \sum (X_k \cdot GSA_k) \quad (\text{III.2.45})$$

$$RSD_{pc} = RSp_c - GSA > 0 \quad (\text{III.2.46})$$

$$R = (\log_{10} RSD_{pc} - 2) / 2,60206 \quad (\text{III.2.47})$$

$$IDH = (2 \cdot ISA + R) / 3 \quad (\text{III.2.48})$$

Função Objetivo

$$\text{Função Objetivo}^{22}: \text{Max IDH} \quad (\text{III.2.49})$$

Resultados

A seguir são apresentados os resultados das duas modalidades de utilização do modelo.

(a) Projetos escolhidos diretamente através de suas variáveis de decisão: neste caso, o valor máximo do Índice de Desenvolvimento Humano foi de $IDH^* = 0,555$; composto de um Índice Socioambiental de $ISA^* = 0,534$ e uma Renda sustentável disponível per capita de $RSD_{pc}^* = \$ 3.569/\text{ano.hab}$. Estes valores ocorrem para uma produção de $Q^* = 500 \text{ MMbbl/a}$. Os projetos produtivos (N_j) escolhidos foram aqueles que apresentaram

²² Cabe ressaltar que a função logarítmica contida no IDH foi linearizada por partes.

valor $X_j = 1$. Para os projetos rejeitados, $X_j = 0$. Já os projetos socioambientais (N_k) integralmente escolhidos apresentaram $X_k = 1$ (Tabela III.2.5).

(b) Projetos escolhidos através das variáveis de decisão institucionais: neste caso, o valor máximo do Índice de Desenvolvimento Humano foi de $IDH^* = 0,555$, composto de um Índice Socioambiental de $ISA^* = 0,534$ e uma Renda sustentável disponível per capita de $RSDpc^* = \$3.569/\text{ano.hab}$. Estes valores ocorrem para uma produção de $Q^* = 500 \text{ MMbbl/a}$ (Tabela III.2.6). As variáveis institucionais refletindo regras para escolha dos projetos foram:

$XQ_{agr} = 0$;

$XQ_{bau} = 0$;

$XQ_{sus} = 1$: indicando que a instituição ótima é aquela em que há um sistema de gerenciamento sendo os projetos analisados individualmente através de Estudos de Viabilidade Técnico-Econômica para a sociedade, considerando as externalidades. E, além disso, são aprovados os projetos que apresentam Valor Presente Líquido positivo para a sociedade ($VPL_{sus} > 0$).

Em ambas as modalidades, as seguintes variáveis adicionais foram escolhidas:

$XQ_{inov} = 1$: existência de um política de inovações tecnológicas reduzindo os custos de E&P das firmas;

$XQ_{cpnc} = 1$: existência de uma política de conteúdo nacional competitiva com o mercado internacional;

$XS_{Agp} = 1$: existência de um sistema de gerenciamento de projetos analisados individualmente através do Custo-Efetividade;

$XSA_{inov} = 1$: existência de um programa de inovações tecnológicas reduzindo os custos dos projetos socioambientais.

Tabela III.2.5: Resultados para projetos escolhidos diretamente através de suas variáveis de decisão

Modelo de Seleção de Projetos de Investimentos : Como transformar barris em IDH												
Caso: Projetos produtivos diretamente como variáveis de decisão (X _j)												
Variáveis decisão			Restrições									
XQagr	-		Qmin	0								
XQbau	-		Imin	0								
XQsus	-		Imáx	182.857								
XQinov	1		CO2max	200.000								
XQcpnc	1		Emin	0								
Xj	ver tabela		ELDmin	0								
XSAgp	1		Isa min	0,000								
XSAinov	1											
Xk	ver tabela											
Dados do Portfólio de Projetos												
Projetos de Produção de Petróleo								Projetos Sócio Ambientais				
N _j	X _j	Q _j	I _j	RS _j	CO _{2j}	ELD _j	E _j	N _k	X _k	ISAk	GSAk	CEk
-		MM bbl/a	MM \$	MM\$/a	M t/a	MM\$/a	E/ano	-	-	isa	\$/hab.ano	\$/isa
1	1,0	50	1.229	2.850	5.000	4.570	7.500	1	1,0	0,025	25	1.000
2	1,0	50	1.400	2.550	5.000	4.510	7.500	2	1,0	0,025	75	3.000
3	1,0	50	1.571	2.250	5.000	4.450	7.500	3	1,0	0,025	125	5.000
4	1,0	50	1.743	1.950	5.000	4.390	7.500	4	1,0	0,025	175	7.000
5	1,0	50	1.914	1.650	5.000	4.330	7.500	5	1,0	0,025	225	9.000
6	1,0	50	2.086	1.350	5.000	4.270	7.500	6	1,0	0,025	275	11.000
7	1,0	50	2.257	1.050	5.000	4.210	7.500	7	1,0	0,025	325	13.000
8	1,0	50	2.429	750	5.000	4.150	7.500	8	1,0	0,025	375	15.000
9	1,0	50	2.600	450	5.000	4.090	7.500	9	1,0	0,025	425	17.000
10	1,0	50	2.771	150	5.000	4.030	7.500	10	1,0	0,025	475	19.000
11	0,0	50	2.943	(150)	5.000	3.970	7.500	11	1,0	0,025	525	21.000
12	0,0	50	3.114	(450)	5.000	3.910	7.500	12	1,0	0,025	575	23.000
13	0,0	50	3.286	(750)	5.000	3.850	7.500	13	1,0	0,025	625	25.000
14	0,0	50	3.457	(1.050)	5.000	3.790	7.500	14	1,0	0,025	675	27.000
15	0,0	50	3.629	(1.350)	5.000	3.730	7.500	15	1,0	0,025	725	29.000
16	0,0	50	3.800	(1.650)	5.000	3.670	7.500	16	1,0	0,025	775	31.000
17	0,0	50	3.971	(1.950)	5.000	3.610	7.500	17	1,0	0,025	825	33.000
18	0,0	50	4.143	(2.250)	5.000	3.550	7.500	18	1,0	0,025	875	35.000
19	0,0	50	4.314	(2.550)	5.000	3.490	7.500	19	1,0	0,025	925	37.000
20	0,0	50	4.486	(2.850)	5.000	3.430	7.500	20	1,0	0,025	975	39.000
21	0,0	50	4.657	(3.150)	5.000	3.370	7.500	21	1,0	0,025	1.025	41.000
22	0,0	50	4.829	(3.450)	5.000	3.310	7.500	22	0,4	0,025	1.075	43.000
23	0,0	50	5.000	(3.750)	5.000	3.250	7.500	23	0,0	0,025	1.125	45.000
24	0,0	50	5.171	(4.050)	5.000	3.190	7.500	24	0,0	0,025	1.175	47.000
25	0,0	50	5.343	(4.350)	5.000	3.130	7.500	25	0,0	0,025	1.225	49.000
26	0,0	50	5.514	(4.650)	5.000	3.070	7.500	26	0,0	0,025	1.275	51.000
27	0,0	50	5.686	(4.950)	5.000	3.010	7.500	27	0,0	0,025	1.325	53.000
28	0,0	50	6.657	(5.250)	5.000	2.950	7.500	28	0,0	0,025	1.375	55.000
29	0,0	50	5.229	(5.550)	5.000	2.890	7.500	29	0,0	0,025	1.425	57.000
30	0,0	50	6.200	(5.850)	5.000	2.830	7.500	30	0,0	0,025	1.475	59.000
31	0,0	50	6.371	(6.150)	5.000	2.770	7.500	31	0,0	0,025	1.525	61.000
32	0,0	50	6.543	(6.450)	5.000	2.710	7.500	32	0,0	0,025	1.575	63.000
33	0,0	50	6.714	(6.750)	5.000	2.650	7.500	33	0,0	0,025	1.625	65.000
34	0,0	50	6.886	(7.050)	5.000	2.590	7.500	34	0,0	0,025	1.675	67.000
35	0,0	50	7.057	(7.350)	5.000	2.530	7.500	35	0,0	0,025	1.725	69.000
36	0,0	50	7.229	(7.650)	5.000	2.470	7.500	36	0,0	0,025	1.775	71.000
37	0,0	50	7.400	(7.950)	5.000	2.410	7.500	37	0,0	0,025	1.825	73.000
38	0,0	50	7.571	(8.250)	5.000	2.350	7.500	38	0,0	0,025	1.875	75.000
39	0,0	50	7.743	(8.550)	5.000	2.290	7.500	39	0,0	0,025	1.925	77.000
40	0,0	50	7.914	(8.850)	5.000	2.230	7.500	40	0,0	0,025	1.975	79.000
Somatório		2.000	182.857	(120.000)	200.000	136.000	300.000	Somatório		1,000	40.000	-
Resultados												
Limites	Q	I	RSpc	CO ₂	ELD	E	Limites	ISA	GSA	CE		
	MM bbl/a	MM \$	\$/hab.ano	M t/a	MM\$/a	E/ano		isa	\$/hab.ano	\$/isa		
	500	20.000	15.000	50.000	43.000	75.000		0,534	11.431	43.000		
Mínimo	0	0	-	-	0	0	Mínimo	0,000	-	-		
Máximo	-	182.857	-	200.000	-	-	Máximo	-	-	-		
Legenda		CE		CDE	CEG	Fundo Social	IDH	RSDpc				
Variável Decisão		\$/tCo ₂		R\$/	\$/E.ano	MM \$	-	\$/hab.ano				
Restrição		30,00		1,93	-20.000	150.000	0,555	3.569				

Fonte: Elaboração própria

Tabela III.2.6: Resultados para projetos escolhidos através das variáveis de decisão institucionais

Modelo de Seleção de Projetos de Investimentos : Como transformar barris em IDH												
Caso: Inovações institucionais (Regras de decisão) como variáveis de decisão (XQagr, XQbau, XQsus)												
Variáveis decisão			Restrições									
XQagr	0		Qmin	0								
XQbau	0		Imin	0								
XQsus	1		Imáx	182.857								
XQinov	1		CO2max	200.000								
XQcpnc	1		Emin	0								
Xj	-		ELDmin	0								
XSAgp	1		Isa min	0,000								
XSAinov	1											
Xk	ver tabela											
Dados do Portfólio de Projetos												
Projetos de Produção de Petróleo								Projetos Sócio Ambientais				
Nj	Xj	Qj	Ij	RSj	CO2j	ELDj	Ej	Nk	Xk	ISAk	GSAk	CEk
-	-	MM bbl/a	MM \$	MM\$/a	M t/a	MM\$/a	E/ano	-	-	isa	\$/hab.ano	\$/isa
1	1,0	50	1.229	2.850	5.000	4.570	7.500	1	1,0	0,025	25	1.000
2	1,0	50	1.400	2.550	5.000	4.510	7.500	2	1,0	0,025	75	3.000
3	1,0	50	1.571	2.250	5.000	4.450	7.500	3	1,0	0,025	125	5.000
4	1,0	50	1.743	1.950	5.000	4.390	7.500	4	1,0	0,025	175	7.000
5	1,0	50	1.914	1.650	5.000	4.330	7.500	5	1,0	0,025	225	9.000
6	1,0	50	2.086	1.350	5.000	4.270	7.500	6	1,0	0,025	275	11.000
7	1,0	50	2.257	1.050	5.000	4.210	7.500	7	1,0	0,025	325	13.000
8	1,0	50	2.429	750	5.000	4.150	7.500	8	1,0	0,025	375	15.000
9	1,0	50	2.600	450	5.000	4.090	7.500	9	1,0	0,025	425	17.000
10	1,0	50	2.771	150	5.000	4.030	7.500	10	1,0	0,025	475	19.000
11	0,0	50	2.943	(150)	5.000	3.970	7.500	11	1,0	0,025	525	21.000
12	0,0	50	3.114	(450)	5.000	3.910	7.500	12	1,0	0,025	575	23.000
13	0,0	50	3.286	(750)	5.000	3.850	7.500	13	1,0	0,025	625	25.000
14	0,0	50	3.457	(1.050)	5.000	3.790	7.500	14	1,0	0,025	675	27.000
15	0,0	50	3.629	(1.350)	5.000	3.730	7.500	15	1,0	0,025	725	29.000
16	0,0	50	3.800	(1.650)	5.000	3.670	7.500	16	1,0	0,025	775	31.000
17	0,0	50	3.971	(1.950)	5.000	3.610	7.500	17	1,0	0,025	825	33.000
18	0,0	50	4.143	(2.250)	5.000	3.550	7.500	18	1,0	0,025	875	35.000
19	0,0	50	4.314	(2.550)	5.000	3.490	7.500	19	1,0	0,025	925	37.000
20	0,0	50	4.486	(2.850)	5.000	3.430	7.500	20	1,0	0,025	975	39.000
21	0,0	50	4.657	(3.150)	5.000	3.370	7.500	21	1,0	0,025	1.025	41.000
22	0,0	50	4.829	(3.450)	5.000	3.310	7.500	22	0,4	0,025	1.075	43.000
23	0,0	50	5.000	(3.750)	5.000	3.250	7.500	23	0,0	0,025	1.125	45.000
24	0,0	50	5.171	(4.050)	5.000	3.190	7.500	24	0,0	0,025	1.175	47.000
25	0,0	50	5.343	(4.350)	5.000	3.130	7.500	25	0,0	0,025	1.225	49.000
26	0,0	50	5.514	(4.650)	5.000	3.070	7.500	26	0,0	0,025	1.275	51.000
27	0,0	50	5.686	(4.950)	5.000	3.010	7.500	27	0,0	0,025	1.325	53.000
28	0,0	50	5.857	(5.250)	5.000	2.950	7.500	28	0,0	0,025	1.375	55.000
29	0,0	50	5.229	(5.550)	5.000	2.890	7.500	29	0,0	0,025	1.425	57.000
30	0,0	50	6.200	(5.850)	5.000	2.830	7.500	30	0,0	0,025	1.475	59.000
31	0,0	50	6.371	(6.150)	5.000	2.770	7.500	31	0,0	0,025	1.525	61.000
32	0,0	50	6.543	(6.450)	5.000	2.710	7.500	32	0,0	0,025	1.575	63.000
33	0,0	50	6.714	(6.750)	5.000	2.650	7.500	33	0,0	0,025	1.625	65.000
34	0,0	50	6.886	(7.050)	5.000	2.590	7.500	34	0,0	0,025	1.675	67.000
35	0,0	50	7.057	(7.350)	5.000	2.530	7.500	35	0,0	0,025	1.725	69.000
36	0,0	50	7.229	(7.650)	5.000	2.470	7.500	36	0,0	0,025	1.775	71.000
37	0,0	50	7.400	(7.950)	5.000	2.410	7.500	37	0,0	0,025	1.825	73.000
38	0,0	50	7.571	(8.250)	5.000	2.350	7.500	38	0,0	0,025	1.875	75.000
39	0,0	50	7.743	(8.550)	5.000	2.290	7.500	39	0,0	0,025	1.925	77.000
40	0,0	50	7.914	(8.850)	5.000	2.230	7.500	40	0,0	0,025	1.975	79.000
Somatório		2.000	182.857	(120.000)	200.000	136.000	300.000	Somatório		1,000	40.000	-
Resultados												
Limites	Q	I	RSpc	CO2	ELD	E	Limites	ISA	GSA	CE		
	MM bbl/a	MM \$	\$/hab.ano	M t/a	MM\$/a	E/ano		isa	\$/hab.ano	\$/isa		
	500	20.000	15.000	50.000	43.000	75.000		0,534	11.431	43.000		
Mínimo	0	0	-	-	0	0	Mínimo	0,000	-	-		
Máximo	-	182.857	-	200.000	-	-	Máximo	-	-	-		
Legenda		CE	CDE	CEG	Fundo Social	IDH	RSDpc					
Variável Decisão		\$/tCo2	R\$/	\$/E.ano	MM \$	-	\$/hab.ano					
Restrição		30,00	1,93	-20.000	150.000	0,555	3.569					

Fonte: Elaboração própria

III.2.4 - Método de Lagrange

O método de Lagrange consiste na maximização de uma função - no caso, o IDH - sob restrições. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) foi definido como sendo a média aritmética das variáveis Longevidade (L), Educação (E) e Renda (R). Ou seja:

$$\text{IDH} = (L + E + R) / 3, \text{ onde:}$$

$$L = (EV - 25) / 60$$

$$E = (2TA + TE) / 3$$

$$R = (\log_{10} R_{pc} - 2) / 2,60206, \text{ sendo:}$$

EV = Esperança média de vida

TA = Taxa de alfabetização para maiores de 15 anos

TE = Taxa de escolarização para maiores de 7 e menores de 22 anos

R_{pc} = Renda per capita

Pode-se escrever também:

$$\text{RSD}_{pc} = \text{RSp}_{c} - \text{GSA} \tag{III.2.50}$$

Onde,

RSD_{pc} = Renda sustentável disponível per capita

RSp_c = renda sustentável anual per capita. Esta já incorpora todas as externalidades inclusive o custo de uso.

GSA = (1/2). α. ISA² corresponde aos gastos socioambientais per capita, onde α é a inclinação da curva de Custo-Efetividade, suposta linear.

Define-se o Índice Socioambiental (ISA) como:

$$ISA = (L + E) / 2$$

$$IDH = (2 \cdot ISA + R) / 3$$

Igualando-se R_{pc} a RSD_{pc}, pode-se reescrever o IDH, após algum desenvolvimento algébrico, da seguinte forma:

$$IDH = K1 \cdot \log_{10} RSD_{pc} - K2 + K3 \cdot ISA \quad (\text{III.2.51})$$

Onde:

$$K1 = 1/(3 \times 2,60206) = 0,128$$

$$K2 = 2/(3 \times 2,60206) = ,0256$$

$$K3 = 2/3 = 0,667$$

Por outro lado, a renda sustentável anual (RS) tem a seguinte expressão:

$$RS = (P - CS) \cdot Q \quad (\text{III.2.52})$$

Onde:

P = Preço do petróleo

CS = Custo para a sociedade dado pela seguinte expressão em função da produção (Q)

$$CS = (40 + 0,12/2 \cdot Q) \cdot Q$$

Assim,

$$RS = (P - CS) \cdot Q$$

$$RS = (100 - 40 - 0,06 \cdot Q) \cdot Q = 60 \cdot Q - 0,06 \cdot Q^2 \text{ expresso em MM\$/ano}$$

Da equação III.2.29, $RSp_c = RS / h$. Assim,

$$RSp_c = 60.Q - 0,06.Q^2 \text{ expresso em \$/ano.hab}$$

Voltando à expressão de $RSDpc$ (III.2.49), temos:

$$RSDpc = 60.Q - 0,06.Q^2 - GSA$$

Substituindo o valor de GSA , temos:

$$RSDpc = (60.Q - 0,06.Q^2) - (1/2). \alpha. ISA^2, \text{ ou} \quad \text{(III.2.53)}$$

$$RSDpc - (60.Q - 0,06.Q^2) + (1/2). \alpha. ISA^2 = 0$$

Maximização da função IDH

Para maximizar a função IDH, sujeita a restrição, constrói-se a função de Lagrange (Lag), que corresponde à função original a ser maximizada acrescida de um termo correspondente à restrição orçamentária:

$$Lag = K1.log_{10} RSDpc - K2 + K3.ISA - \lambda.[RSDpc - (60.Q - 0,06.Q^2) + (1/2).\alpha.ISA^2] \quad \text{(III.2.54)}$$

Condição de primeira ordem

Calculando-se as derivadas parciais (TIMBRELL,1985) de Lag em relação ao $RSDpc$, Q , ISA e, λ (multiplicador de Lagrange), e igualando-as a zero, temos:

$$(1) \partial Lag / \partial RSDpc = 0 \quad \text{(III.2.55)}$$

$$(2) \partial Lag / \partial Q = 0 \quad \text{(III.2.56)}$$

$$(3) \partial Lag / \partial ISA = 0 \quad \text{(III.2.57)}$$

$$(4) \partial Lag / \partial \lambda = 0 \quad \text{(III.2.58)}$$

Sabendo-se que:

$$d \log_{10}(u) / dx = (1/\log_e 10) \cdot (u'/u) \quad \text{(III.2.59)}$$

$$(1) \partial \text{Lag} / \partial \text{RSDpc} = K1 \cdot (1/\log_e 10) \cdot (1/\text{RSDpc}) - \lambda = 0$$

$$\lambda = K1 \cdot [1/(\log_e 10 \cdot \text{RSDpc})]$$

$$(2) \partial \text{Lag} / \partial Q = \lambda \cdot (60 - 0,12 \cdot Q) = 0$$

$$Q = 500$$

$$(3) \partial \text{Lag} / \partial \text{ISA} = K3 - \lambda \cdot \alpha \cdot \text{ISA} = 0$$

$$\lambda = K3 / (\alpha \cdot \text{ISA})$$

Mas,

$$\lambda = K1 \cdot [1/(\log_e 10 \cdot \text{RSDpc})]$$

Logo,

$$\text{RSDpc} = [(K1 \cdot \alpha) / (K3 \cdot \log_e 10)] \cdot \text{ISA}$$

$$(4) \partial \text{Lag} / \partial \lambda = 0$$

$$\partial \text{Lag} / \partial \lambda = [\text{RSDpc} - (60 \cdot Q - 0,06 \cdot Q^2) + (1/2) \cdot \alpha \cdot \text{ISA}^2] = 0$$

Substituindo as expressões de Q e RSDpc, chegamos ao seguinte polinômio do segundo grau onde a incógnita é o valor de ISA:

$$A \text{ISA}^2 + B \cdot \text{ISA} + C = 0 \quad \text{(III.2.60)}$$

Onde:

$$A = \alpha / 2 \quad \text{(III.2.61)}$$

$$B = (K1 \cdot \alpha) / (K3 \cdot \log_e 10) \quad \text{(III.2.62)}$$

$$C = -15.000$$

(III.2.63)

Para $\alpha = 80.000$, temos²³:

$$A = 40.000$$

$$B = 6.675$$

$$C = - 15.000$$

$$ISA = [- B \pm (B^2 - 4.A.C)^2] / 2.A$$

$$ISA = [- B \pm (B^2 - 4.A.C)^2] / 2.A$$

$$ISA = [- 6.675 \pm (6.675^2 + 4. 40.000 . 15.000)^2] / 2 . 40.000$$

$$\mathbf{ISA^* = 0,534}$$

$$RSD_{pc} = 60.Q - 0,06.Q^2 - GSA$$

Para

$$\mathbf{Q^* = 500}$$

Substituindo o valor de GSA, temos:

$$RSD_{pc}^* = 15.000 - (1/2). \alpha. ISA^2 = 3.569$$

$$\mathbf{RSD_{pc}^* = 3.569}$$

Sendo,

IDH = K1.log₁₀ RSD_{pc} - K2 + K3.ISA, temos:

$$\mathbf{IDH^* = 0,555}$$

²³ Adiante, a seção III.4.8 avalia a sensibilidade deste parâmetro no resultado final.

Finalmente, o valor do multiplicador de Lagrange:

$$\lambda = K3 / (\alpha \cdot ISA) = 0,156 \text{ IDH}/10.000\$.hab.ano$$

O valor de λ expressa o incremento de IDH para cada \$ de acréscimo de renda per capita, ou VPL sustentável per capita.

Condição de segunda ordem

A verificação desta condição requer a construção da matriz Hessiana²⁴ mostrada na Tabela III.2.7 (TIMBRELL,1985).

Tabela III.2.7 - Matriz Hessiana (H)

$$\begin{vmatrix} \partial^2 \text{Lag}/\partial \lambda^2 & \partial^2 \text{Lag}/\partial x_1 \partial \lambda & \partial^2 \text{Lag}/\partial x_2 \partial \lambda & \partial^2 \text{Lag}/\partial x_3 \partial \lambda \\ \partial^2 \text{Lag}/\partial \lambda \partial x_1 & \partial^2 \text{Lag}/\partial x_1^2 & \partial^2 \text{Lag}/\partial x_2 \partial x_1 & \partial^2 \text{Lag}/\partial x_3 \partial x_1 \\ \partial^2 \text{Lag}/\partial \lambda \partial x_2 & \partial^2 \text{Lag}/\partial x_1 \partial x_2 & \partial^2 \text{Lag}/\partial x_2^2 & \partial^2 \text{Lag}/\partial x_3 \partial x_2 \\ \partial^2 \text{Lag}/\partial \lambda \partial x_3 & \partial^2 \text{Lag}/\partial x_1 \partial x_3 & \partial^2 \text{Lag}/\partial x_2 \partial x_3 & \partial^2 \text{Lag}/\partial x_3^2 \end{vmatrix}$$

Elaboração própria

Onde:

$$x_1 = \text{RSDpc}$$

$$x_2 = \text{ISA}$$

$$x_3 = Q$$

Da equação III.2.54, temos

$$\text{Lag} = K1 \cdot \log_{10} \text{RSDpc} - K2 + K3 \cdot \text{ISA} - \lambda \cdot [\text{RSDpc} - (60 \cdot Q - 0,06 \cdot Q^2) + (1/2) \cdot \alpha \cdot \text{ISA}^2]$$

Assim, os termos referentes à λ são:

$$\partial \text{Lag}/\partial \lambda = [\text{RSDpc} - (60 \cdot Q - 0,06 \cdot Q^2) + (1/2) \cdot \alpha \cdot \text{ISA}^2] = 0 \quad (\text{III.2.64})$$

$$\partial^2 \text{Lag}/\partial \lambda^2 = 0 \quad (\text{III.2.65})$$

²⁴ Neste caso de otimização condicionada, a matriz Hessiana é chamada de orlada (*bordered*).

$$\partial^2 \text{Lag} / \partial \lambda \partial x_1 = \partial^2 \text{Lag} / \partial \lambda \partial \text{RSDpc} = 1 \quad (\text{III.2.66})$$

$$\partial^2 \text{Lag} / \partial \lambda \partial x_2 = \partial^2 \text{Lag} / \partial \lambda \partial \text{ISA} = \alpha \cdot \text{ISA} = 80.000 \cdot 0,534 = 42.720 \quad (\text{III.2.67})$$

$$\partial^2 \text{Lag} / \partial \lambda \partial x_3 = \partial^2 \text{Lag} / \partial \lambda \partial Q = -60 + 0,12 \cdot Q = -60 + 0,12 \cdot 500 = 0 \quad (\text{III.2.68})$$

Os termos referentes à $x_1 = \text{RSDpc}$ são:

$$\partial \text{Lag} / \partial x_1 = \partial \text{Lag} / \partial \text{RSDpc} = K1 \cdot (1 / \log_e 10) \cdot (1 / \text{RSDpc}) - \lambda \quad (\text{III.2.69})$$

$$\partial^2 \text{Lag} / \partial x_1^2 = \partial^2 \text{Lag} / \partial \text{RSDpc}^2 = (-) K1 \cdot (1 / \log_e 10) \cdot (\text{RSDpc})^{-2} = (-) 4,4 \cdot 10^{-9} \quad (\text{III.2.70})$$

$$\partial^2 \text{Lag} / \partial x_1 \partial x_2 = \partial^2 \text{Lag} / \partial \text{RSDpc} \partial \text{ISA} = 0 \quad (\text{III.2.71})$$

$$\partial^2 \text{Lag} / \partial x_1 \partial x_3 = \partial^2 \text{Lag} / \partial \text{RSDpc} \partial Q = 0 \quad (\text{III.2.72})$$

Os termos referentes à $x_2 = \text{ISA}$ são:

$$\partial \text{Lag} / \partial x_2 = \partial \text{Lag} / \partial \text{ISA} = K3 - \lambda \cdot \alpha \cdot \text{ISA} \quad (\text{III.2.73})$$

$$\partial \text{Lag} / \partial x_{21} = \partial \text{Lag} / \partial \text{ISA} \partial \text{RSDpc} = 0 \quad (\text{III.2.74})$$

$$\partial^2 \text{Lag} / \partial x_2^2 = \partial^2 \text{Lag} / \partial \text{ISA}^2 = (-) \lambda \cdot \alpha = (-) (0,156 / 10.000) \cdot 80.000 = (-) 1,248 \quad (\text{III.2.75})$$

$$\partial \text{Lag} / \partial x_{23} = \partial \text{Lag} / \partial \text{ISA} \partial Q = 0 \quad (\text{III.2.76})$$

Os termos referentes à $x_3 = Q$ são:

$$\partial \text{Lag} / \partial x_3 = \partial \text{Lag} / \partial Q = \lambda \cdot (60 - 0,12 \cdot Q) \quad (\text{III.2.77})$$

$$\partial^2 \text{Lag} / \partial x_3 \partial x_1 = \partial \text{Lag} / \partial Q \partial \text{RSDpc} = 0 \quad (\text{III.2.78})$$

$$\partial^2 \text{Lag} / \partial x_3 \partial x_2 = \partial \text{Lag} / \partial Q \partial \text{ISA} = 0 \quad (\text{III.2.79})$$

$$\partial^2 \text{Lag} / \partial x_3^2 = \partial^2 \text{Lag} / \partial Q^2 = (-) 0,12 \cdot \lambda = (-) 0,12 \cdot (0,156 / 10.000) = (-) 19 \cdot 10^{-6} \quad (\text{III.2.80})$$

A matriz Hessiana, denominada de terceira ordem (H_3), é apresentada na Tabela III.2.8.

Tabela III.2.8 - Matriz Hessiana de terceira ordem (H_3)

0	1	47.720	0
1	(-) $4,4 \cdot 10^{-9}$	0	0
47.720	0	(-) 1,248	0
0	0	0	(-) $19 \cdot 10^{-6}$

Elaboração própria

Já a matriz Hessiana de segunda ordem (H_2) é apresentada na Tabela III.2.9.

Tabela III.2.9 - Matriz Hessiana de segunda ordem (H_2)

0	1	47.720
1	(-) $4,4 \cdot 10^{-9}$	0
47.720	0	(-) 1,248

Elaboração própria

A condição de segunda ordem para que estejamos diante de um ponto de máximo é a seguinte: o determinante da matriz H_2 (Det. H_2) deve ser positivo, enquanto que o determinante da matriz H_3 (Det. H_3) deve ser negativo.

Calculando-se os determinantes²⁵, tem-se:

$$\text{Det. } H_2 = 11,27 > 0 \quad \text{(III.2.81)}$$

$$\text{Det. } H_3 = - 2,14 \cdot 10^{-4} < 0 \quad \text{(III.2.82)}$$

Assim, trata-se de um ponto de máximo.

²⁵ Para este cálculo utilizou-se a função MATRIZ.DETERM do Microsoft Excel.

III.2.5 - Resultados obtidos

Como esperado, em ambos os métodos o valor máximo do Índice de Desenvolvimento Humano foi de $IDH^* = 0,555$, composto de um Índice Socioambiental de $ISA^* = 0,534$ e uma Renda sustentável disponível per capita de $RSDpc^* = \$3.569/\text{ano.hab}$. Estes valores ocorrem para uma produção de $Q^* = 500 \text{ MMbbl/a}$. A Figura III.2.7 ilustra esses resultados, bem como os projetos rejeitados e escolhidos, tanto na carteira de E&P, quanto de projetos socioambientais.

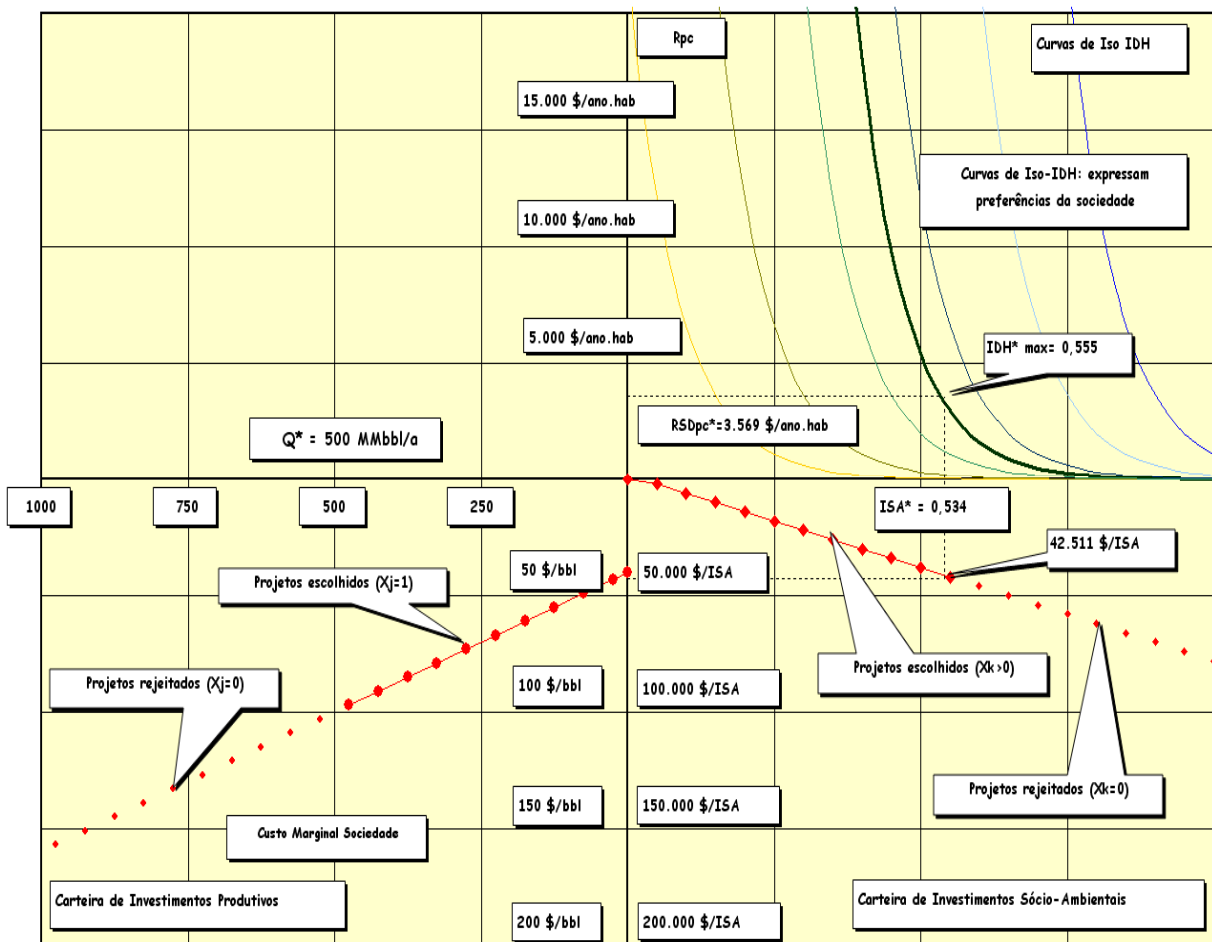


Figura III.2.7: Ilustração dos Resultados
 Fonte: Elaboração própria

É interessante ressaltar os resultados da Tabela III.2.4, em que os projetos foram escolhidos através das variáveis de decisão institucionais, ou seja, o IDH é máximo quando critérios de escolha são:

- Para os projetos do E&P: máximo VPL (considerando custos e benefícios para todos *stakeholders*);
- Para os projetos socioambientais: mínimo Custo-Efetividade

Estes critérios econômicos são fundamentais para que se tenha desenvolvimento sustentável, considerando as questões econômicas, sociais e ambientais (Figura III.2.8).

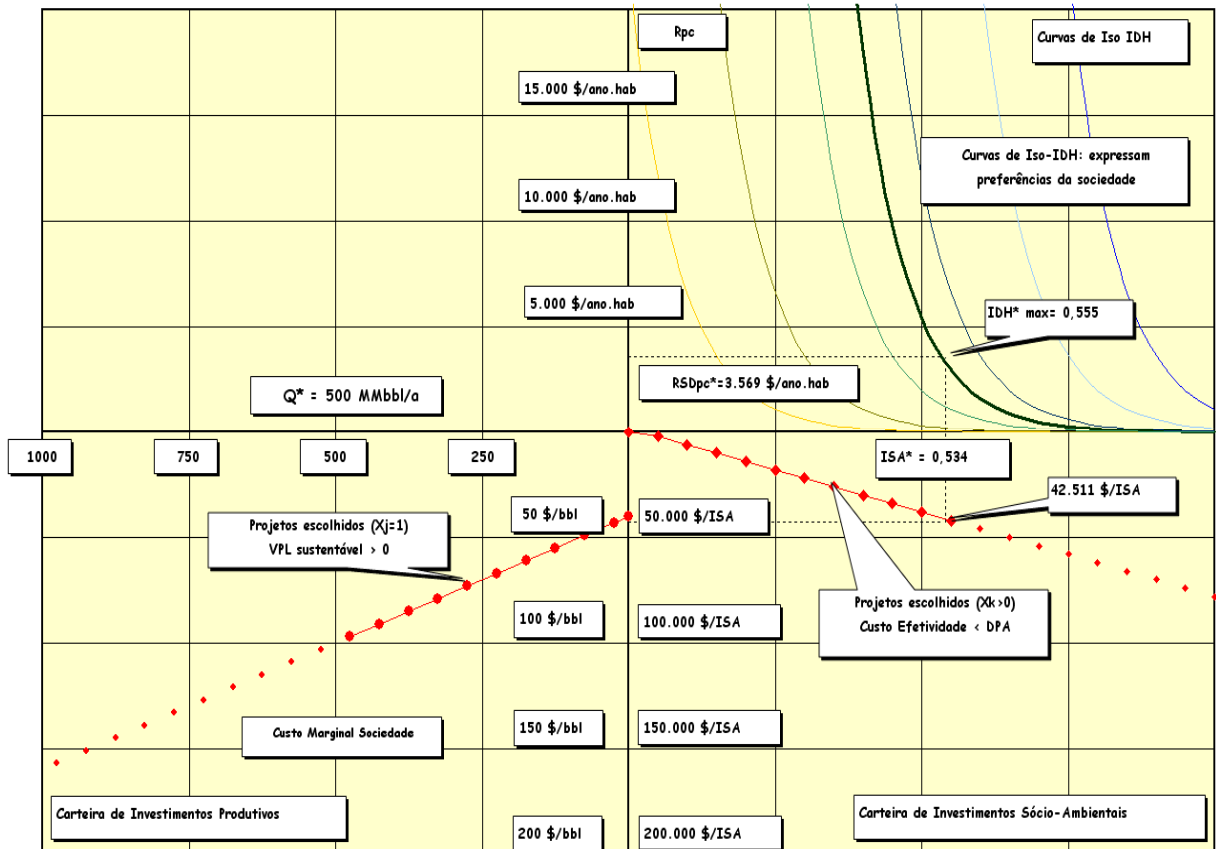


Figura III.2.8: Regras de Decisão
Fonte: Elaboração própria

No caso da solução pelo Método de Lagrange, chega-se a um resultado adicional, o multiplicador de Lagrange, que expressa o incremento de IDH para cada \$ de acréscimo de

renda per capita, $\lambda = 0,156 \text{ IDH}/10.000\$.hab.ano.$ Assim, pode-se avaliar a contribuição positiva (ou negativa) de cada projeto de investimento que tenha VPL sustentável positivo (ou negativo).

III.2.6 - Interpretação gráfica dos resultados

A Figura III.2.9 mostra, no terceiro quadrante, que ao se produzir 500 MM bbl/a, com projetos de VPL sustentável positivo, é máxima a renda per capita gerada (\$ 15.000 /ano. hab), representada no segundo quadrante.

Aumentos de produção além deste valor, mobilizando mais recursos da sociedade, com projetos de VPL negativo, comprometem a renda per capita para níveis abaixo de \$ 15.000 /ano. hab.

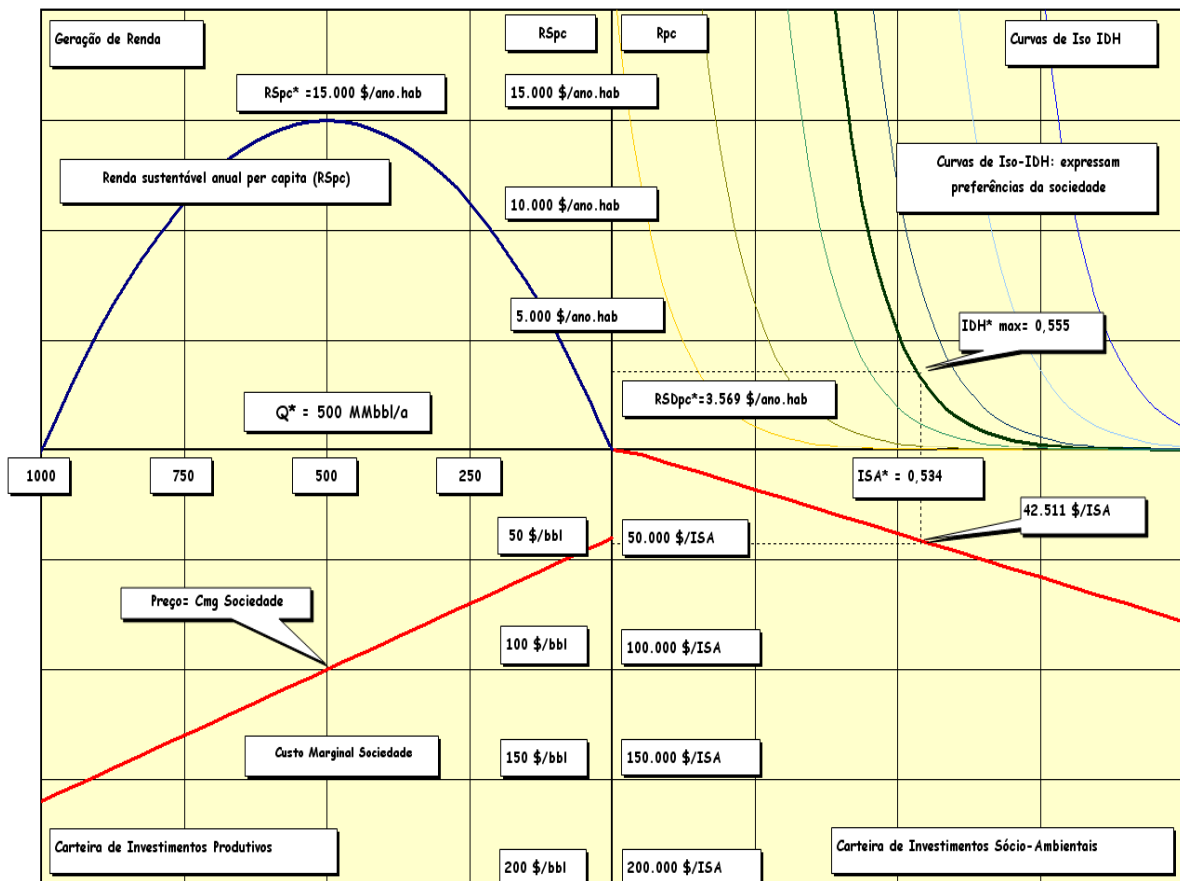


Figura III.2.9: Interpretação gráfica dos resultados
Fonte: Elaboração própria

Convém ressaltar que neste ponto, em que $RSDpc = 15.000 \text{ \$/ano.hab}$ e $ISA = 0$, o IDH é muito baixo ($IDH = 0,280$).

Há, porém, uma curva de possibilidades de *trade-off* $RSDpc$ versus ISA , conforme ilustrado no primeiro quadrante da Figura III.2.10. A tangente a esta curva de *trade-off* corresponde exatamente ao Custo-Efetividade, mostrada no quarto quadrante, lembrando que $RSDpc$ equivale a $RSpc$ menos GSA .

Na medida em que avançamos ao longo da curva de *trade-off* em busca de aumento de ISA , aumenta o Custo-Efetividade dos projetos.

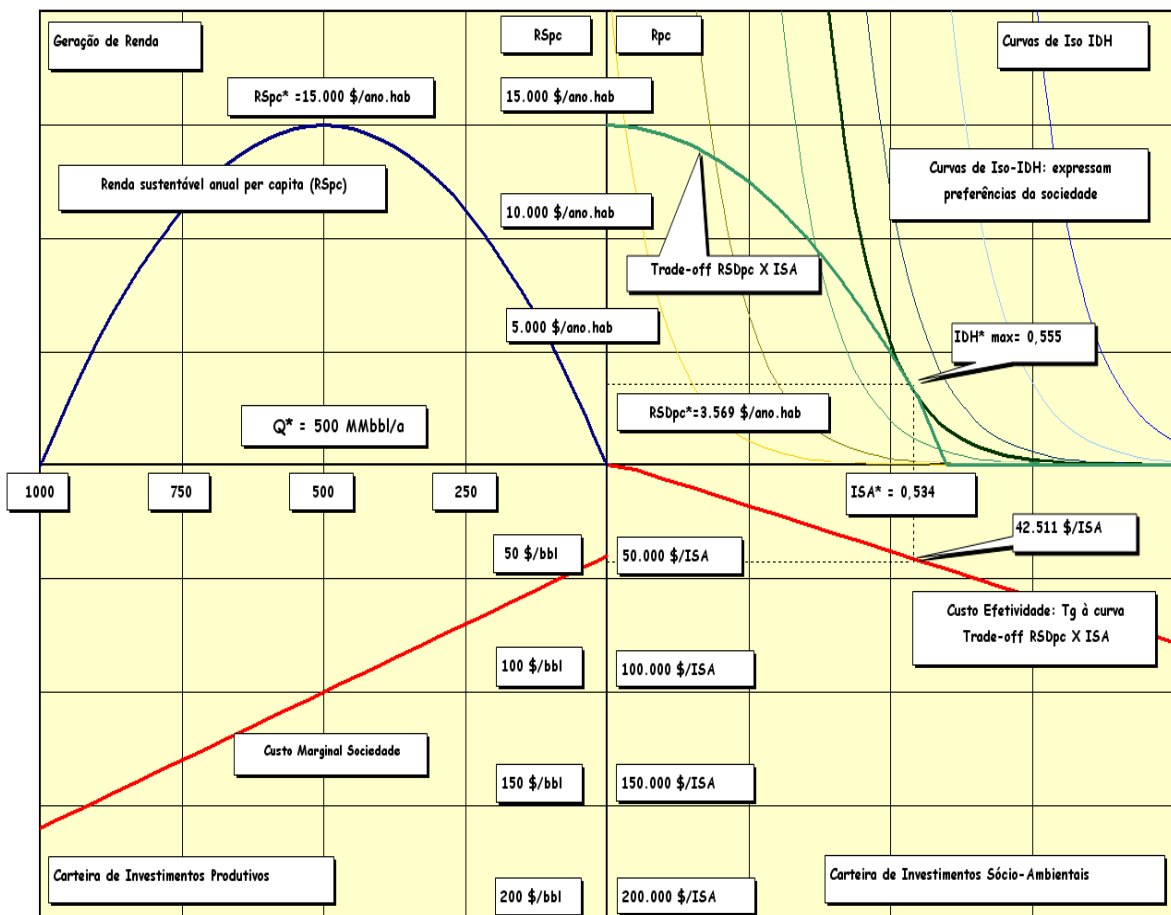


Figura III.2.10: Trade-off $RSDpc$ versus ISA
 Fonte: Elaboração própria

Por outro lado, a tangente à curva de IDH corresponde à curva de disposição a pagar benefícios socioambientais, ou seja, expressa a demanda por estes.

No ponto ótimo, de máximo IDH ($IDH^* = 0,555$), a tangente à curva de IDH se iguala à tangente à curva de *trade-off*. Ou seja, a disposição a pagar (demanda) se iguala igual ao Custo-Efetividade Marginal (oferta), no valor de \$ 42.511 / ISA por ano.hab. (Figura III.2.11). Este valor corresponde ao ponto de corte para aprovação dos projetos socioambientais. Projetos com Custo-Efetividade superior foram rejeitados.

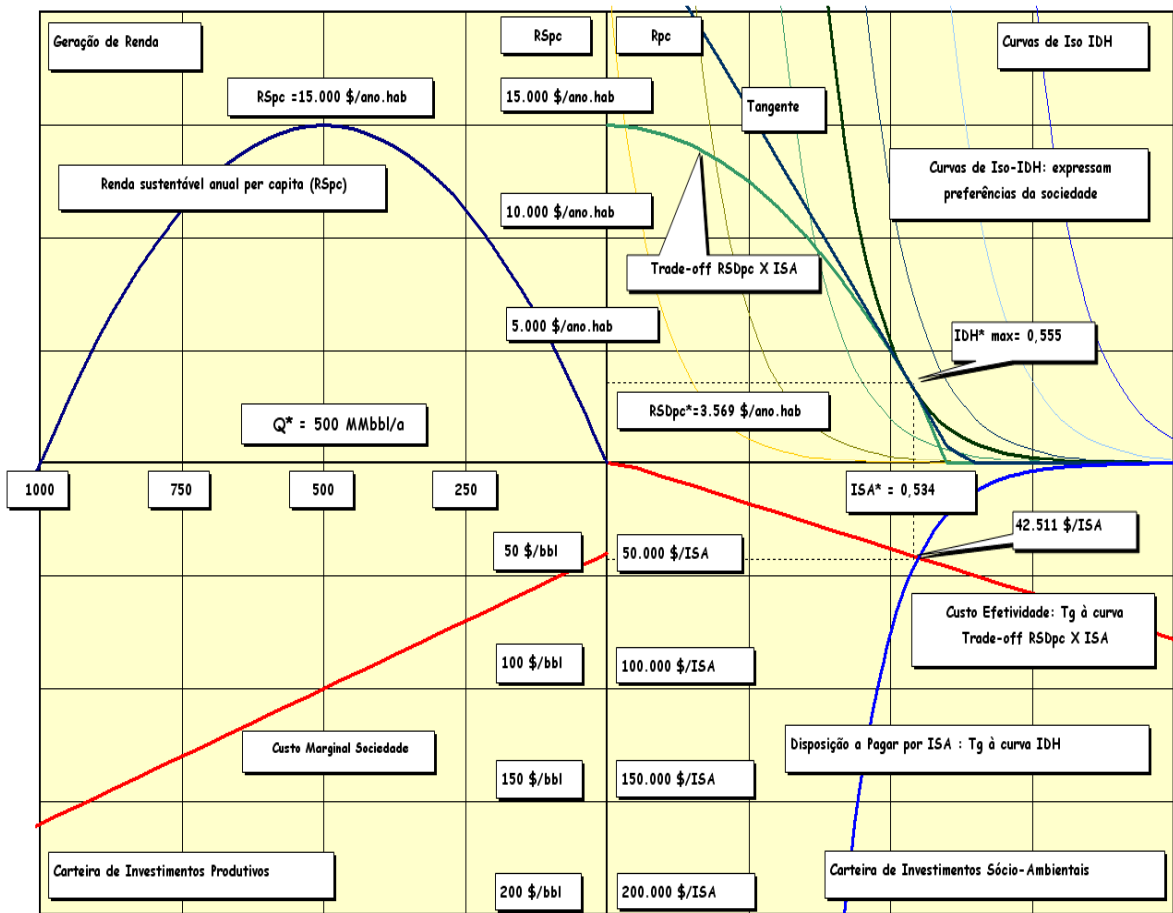


Figura III.2.11: Disposição a pagar (DAP) igual ao Custo-Efetividade
 Fonte: Elaboração própria

III.3 - Modelo 3: “Fronteira de Brundtland”

III.3.1 - Finanças Corporativas: Decisões de Investimento e Consumo

No modelo anterior, vimos como as decisões de investimentos tomadas no instante inicial ($t = 0$) afetam o IDH futuro, desde o primeiro ($t = 1$) até o último período ($t = n$) do fluxo de caixa do projeto.

Neste modelo, transforma-se o fluxo de caixa anterior em um fluxo equivalente, composto por uma sucessão de fluxos de dois períodos (Tabela III.3.1). Assim, pode-se analisar como as decisões realizadas em cada período de tempo afetam os períodos subsequentes, no que refere à sustentabilidade. Esta análise é feita a partir do arcabouço tradicional de finanças corporativas da teoria de decisão ótima de investimento (BREALEY; MYERS; ALLEN, 2011).

Tabela III.3.1: Fluxo de caixa equivalente

Fluxo de Caixa Original: Investimento em $t=0$

Período	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	...	n	
Entradas		25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Saídas	100																					
Fluxo de caixa	-100	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25

Fluxo de Caixa Equivalente: Reinvestimento contínuo

Período	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	...	n	
Entradas		125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
Saídas	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Fluxo de caixa	-100	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25

Fonte: Elaboração própria

A situação original a ser analisada é aquela em que o indivíduo isolado, sem possibilidades de troca, possui uma riqueza inicial²⁶ ($W_0 = 100$) e deve decidir como alocar seus recursos entre consumo no presente (C_0) e no futuro (C_1). A relação entre as variáveis é dada por:

$$C_1 = 100 - C_0 \quad (\text{III.3.1})$$

A Figura III.3.1 ilustra as diferentes possibilidades de consumo (C_0, C_1), tais como: (0,100); (50,50); (100,0) etc.

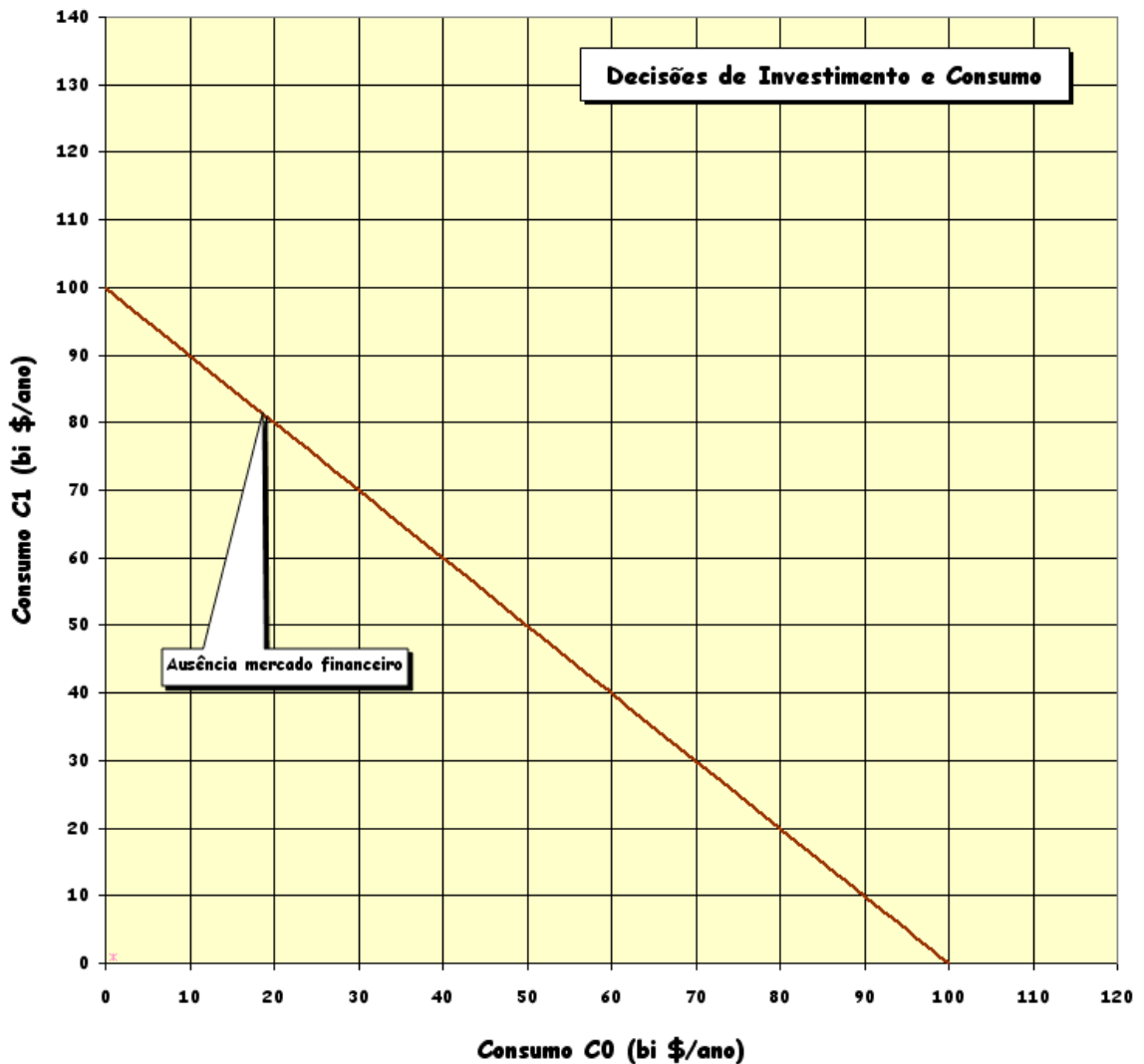


Figura III.3.1: Possibilidades de consumo na ausência de mercados financeiros
 Fonte: Elaboração própria a partir de Brealey, Myers e Allen (2011)

²⁶ Valores em \$ bilhões

Supondo agora a existência de um mercado financeiro com uma taxa de juros ($i = 10\%$), as possibilidades de consumo, ilustradas na Figura III.3.2, ampliam-se para (C_0, C_1) , tais como: $(0, 110)$; $(50, 55)$; $(100, 0)$ etc.

Neste caso, a relação entre as variáveis é dada por:

$$C_1 = 110 - 1,1 C_0 \quad (\text{III.3.2})$$

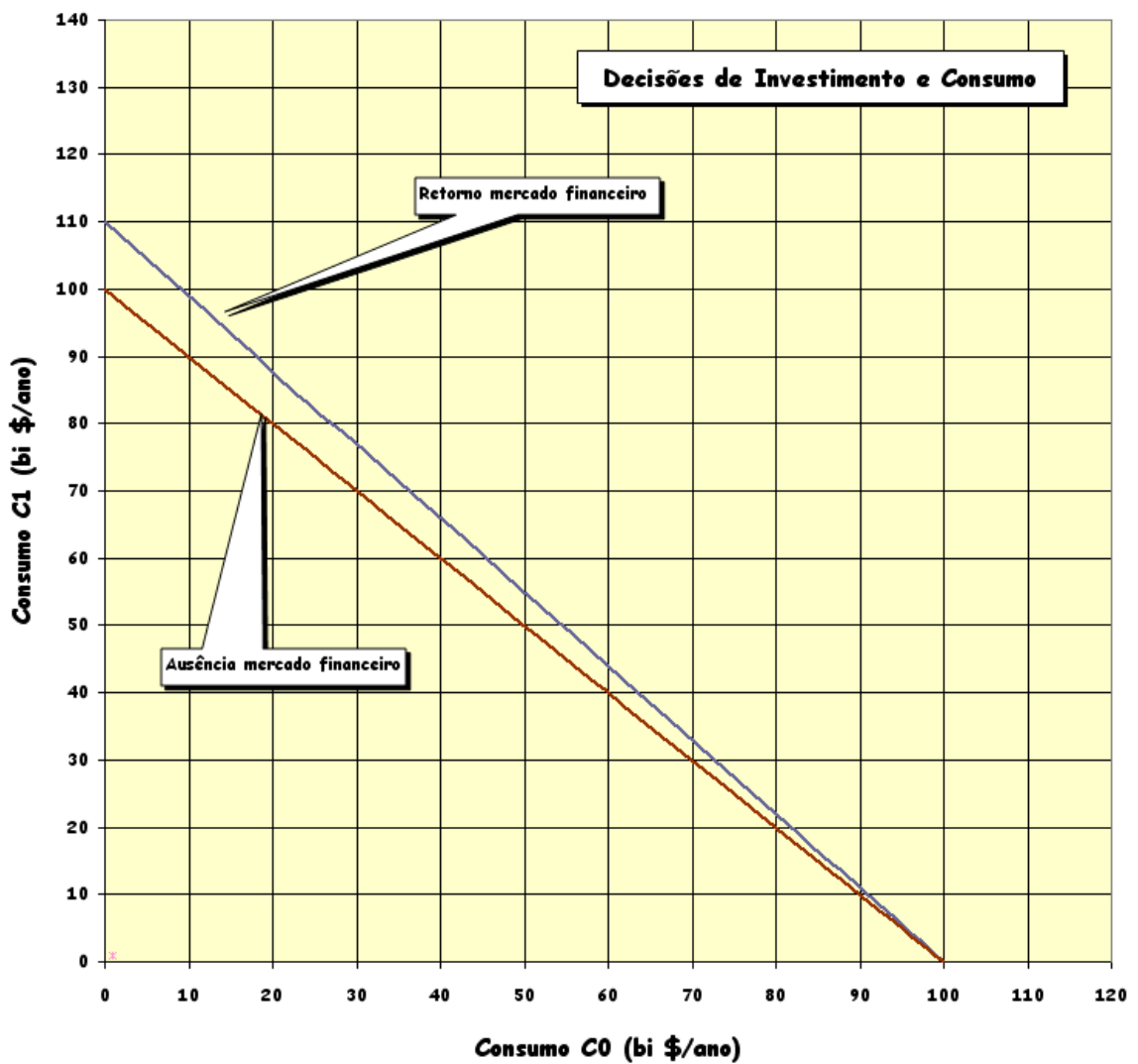


Figura III.3.2: Possibilidades de consumo na presença de mercados financeiros
Fonte: Elaboração própria a partir de Brealey, Myers e Allen (2011)

No caso em que há oportunidades de investimentos no presente (I), com renúncia de consumo, a Figura III.3.3 mostra os retornos produtivos privados dados por (Rp) no futuro²⁷, obedecendo à seguinte relação:

$$R_p = 12,80 \cdot (I)^{1/2} + 0,14 \cdot I \quad (\text{III.3.3})$$

Convém observar que a escala de investimento tem a direção oposta do consumo.

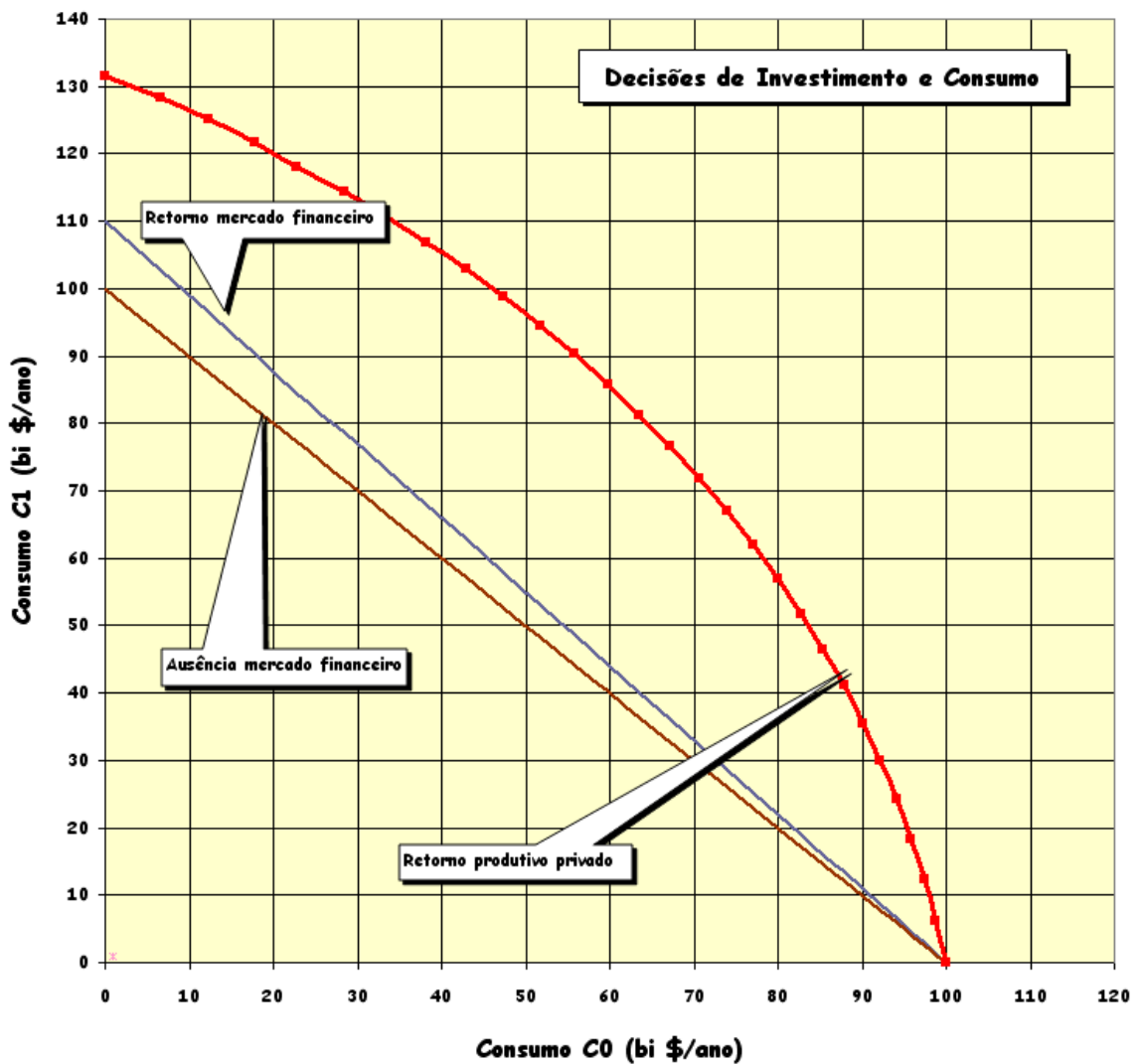


Figura III.3.3: Possibilidades de consumo na presença de mercados produtivos
Fonte: Elaboração própria a partir de Brealey, Myers e Allen (2011)

²⁷ Os retornos dos investimentos neste modelo são equivalentes aos do modelo anterior. Notar que a escala de investimento no gráfico é invertida.

A decisão ótima de investimento, dentro de uma lógica empresarial, ilustrada na Figura III.3.4, se dá no ponto em que a tangente à curva de retornos equivale a $(1+i)$, para $I = \$ 44$. Ou seja:

$$dRp/dI = 6,40 \cdot (I)^{-1/2} + 0,14 \quad (\text{III.3.4})$$

Para $I = \$ 44$, tem-se:

$$dRp/dI = 6,40 \cdot (44)^{-1/2} + 0,14 = 1,10$$

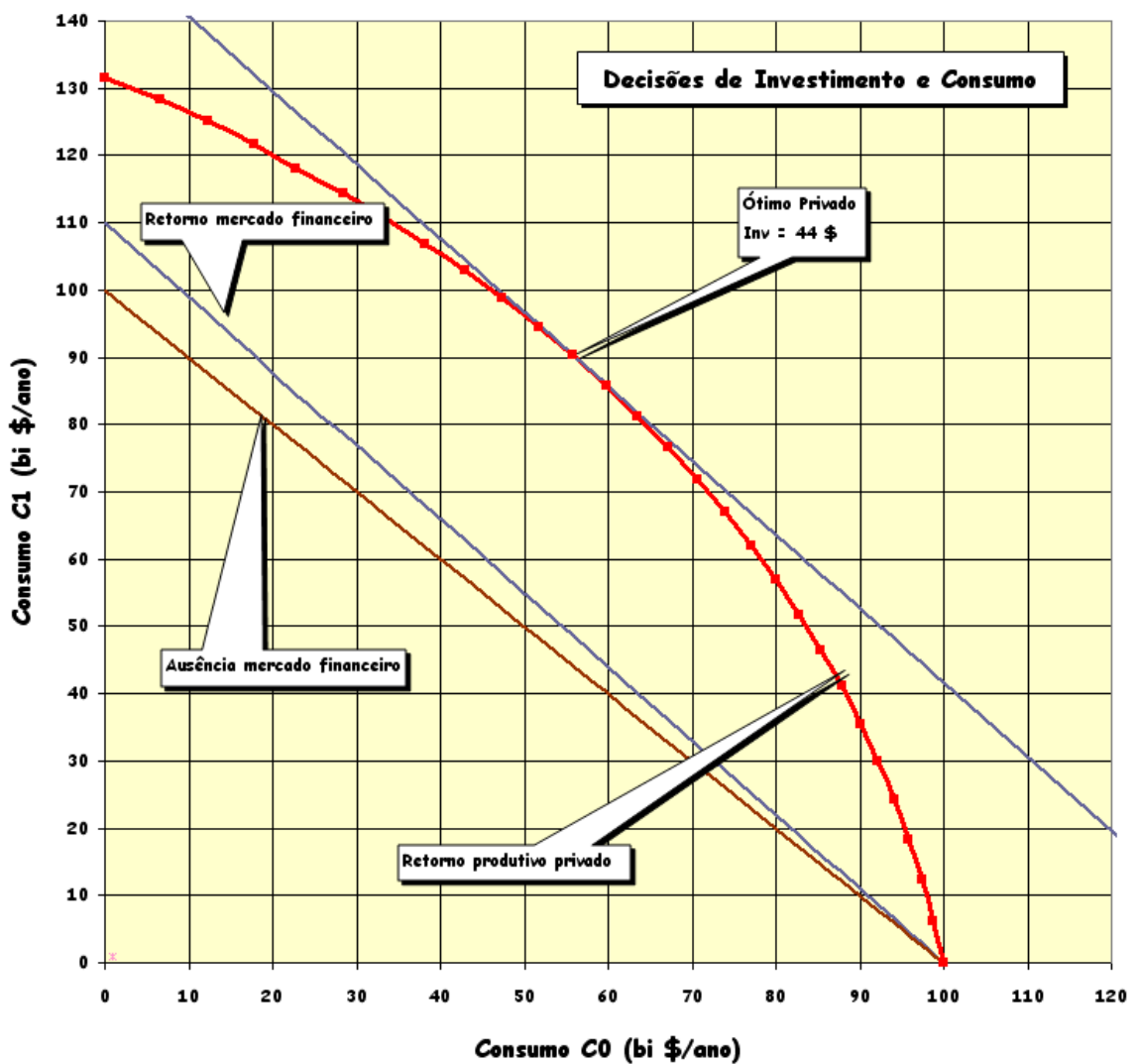


Figura III.3.4: Decisão ótima de investimento empresarial
Fonte: Elaboração própria a partir de Brealey, Myers e Allen (2011)

É interessante observar que as decisões de consumo dependerão das preferências intertemporais. Segundo Baída, Aiube e Mendes (1999), o consumidor:

[...] prefere possuir mais que menos. [...] Dizemos, nesse caso, que o consumidor está maximizando sua satisfação. Todavia, sabemos que o consumidor enfrenta restrições orçamentárias. Isso significa que sua ânsia por aquisição de produtos tem limite. Ele escolhe sempre as quantidades de maneira que esteja sobre a reta da restrição orçamentária.

[...] A utilidade é uma medida de satisfação do consumidor quando adquire algum produto ou exerce alguma atividade que lhe confere prazer. A função-utilidade vai permitir medir os diferentes níveis de satisfação diante dos produtos que pretende adquirir.

[...] É importante destacar que níveis de utilidade permitem que façamos a ordenação de nossas preferências. [...] Os economistas, ao estudarem inicialmente os conceitos de utilidade, estavam preocupados em estabelecer, não somente a ordenação das preferências, mas a quantificação em termos de uma unidade para medir o nível de utilidade do consumidor. Esse é o conceito de utilidade cardinal ou utilidade segundo o conceito de Marshall.

[...] Sabe-se hoje que tal preocupação é desnecessária. [...] O importante é saber apenas a ordem é saber apenas a ordem que é gerada. Esse é o conceito de utilidade ordinal e é o suficiente para o desenvolvimento da teoria que explica como o consumidor decide o que adquirir. A utilidade ordinal é o conceito no qual se apóia a moderna teoria de utilidade, também denominada de utilidade de Hicks, em homenagem a John Hicks, que desempenhou importante papel na formulação da teoria ordinal da utilidade (BAÍDYA, AIUBE E MENDES, 1999, p. 197).

As preferências intertemporais podem ser representadas por curvas de utilidade $U(C_0, C_1)$, onde C_0 equivale ao consumo presente e C_1 , consumo futuro. Ao longo desta curva $U(C_0, C_1)$ é constante. Assim, a diferencial $dU(C_0, C_1)$ é nula:

$$dU(C_0, C_1) = dU = (\partial U / \partial C_0) \cdot dC_0 + (\partial U / \partial C_1) \cdot dC_1 = 0 \quad \text{(III.3.5)}$$

$$dC_1 / dC_0 = - (\partial U / \partial C_0) / (\partial U / \partial C_1) \quad \text{(III.3.6)}$$

Este quociente corresponde à taxa marginal de substituição (TMS) com sinal negativo. O consumo é ótimo quando a TMS equivale a $(1 + i)$, onde i é a taxa de juros (Figura III.3.5). Assim,

$$TMS = - dC_1 / dC_0 = (\partial U / \partial C_0) / (\partial U / \partial C_1) = (1 + i) \quad \text{(III.3.7)}$$

Admitindo, inicialmente, que a curva de utilidade tenha a seguinte forma:

$$U_f(C_0, C_1) = C_1 - a / (C_0 + c) = b \quad (\text{III.3.8})$$

$$(\partial U_f / \partial C_0) = a / (C_0 + c)^2 \quad (\text{III.3.9})$$

$$(\partial U_f / \partial C_1) = 1 \quad (\text{III.3.10})$$

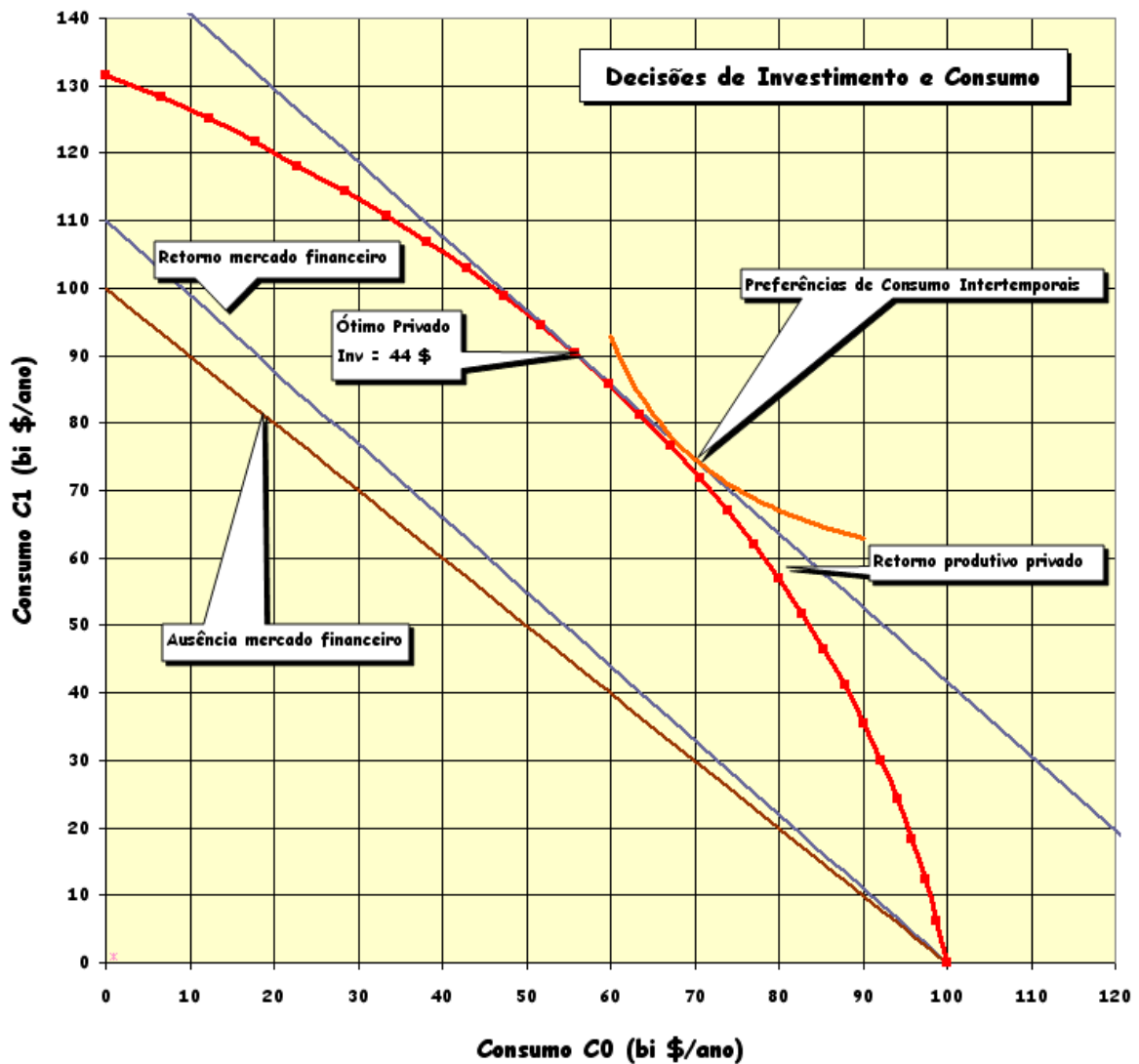


Figura III.3.5: Decisões de consumo

Fonte: Elaboração própria a partir de Brealey, Myers e Allen (2011)

No ponto ótimo (C_0^* , C_1^*), temos:

$$(\partial U_f / \partial C_0) / (\partial U_f / \partial C_1) = (1 + i)$$

$$a / (C_0^* + c)^2 = (1 + i) \quad \text{(III.3.11)}$$

$$C_1^* = a / (C_0^* + c) + b \quad \text{(III.3.12)}$$

Convém ressaltar que diferentes indivíduos podem possuir diferentes preferências com relação às escolhas de consumo presente versus consumo futuro. Ainda sem considerar externalidades, indivíduos relativamente mais ou menos consumistas terão suas curvas de utilidades mapeadas por diferentes valores para os parâmetros (a) e (c) da equação III.3.5, conforme exemplificado abaixo²⁸.

(a) Indivíduos mais consumistas

$$C_0 = 70; C_1 = 75$$

$$a = 546; c = -48$$

$$U_f(C_0, C_1) = C_1 - 546 / (C_0 - 48) \quad \text{(III.3.13)}$$

$$U_f(70, 75) = 75 - 546 / (70 - 48) = 50$$

(b) Indivíduos menos consumistas

$$C_0 = 40; C_1 = 108$$

$$a = 1194; c = -7$$

$$U_f(C_0, C_1) = C_1 - 1194 / (C_0 - 7) \quad \text{(III.3.14)}$$

$$U_f(40, 108) = 108 - 1194 / (40 - 7) = 69$$

Estes resultados estão ilustrados na Figura III.3.6, a seguir.

²⁸ Para determinação dos parâmetros das curvas de preferências, ver Apêndice F.

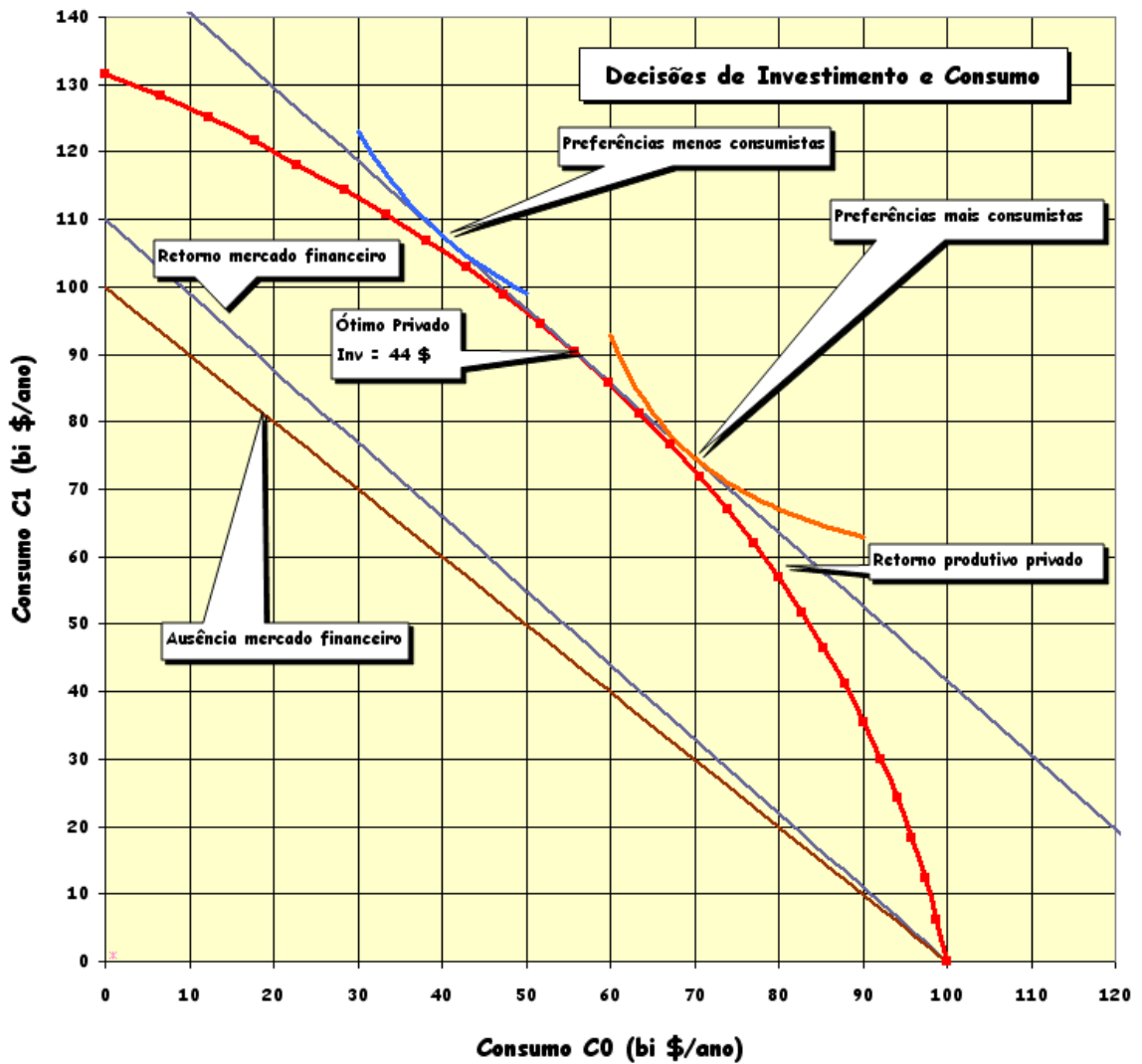


Figura III.3.6: Decisões de consumo em função das preferências
 Fonte: Elaboração própria a partir de Brealey, Myers e Allen (2011)

A Figura III.3.7 abaixo ilustra alguns pontos fundamentais: a decisão ótima de investimento independe das preferências de consumo; a possibilidade de investimento produtivo aumenta o nível de satisfação em relação à situação em que somente existe o investimento no mercado financeiro. E, mais ainda, a utilidade que se obtém com a existência do mercado financeiro é superior ao caso de sua inexistência.

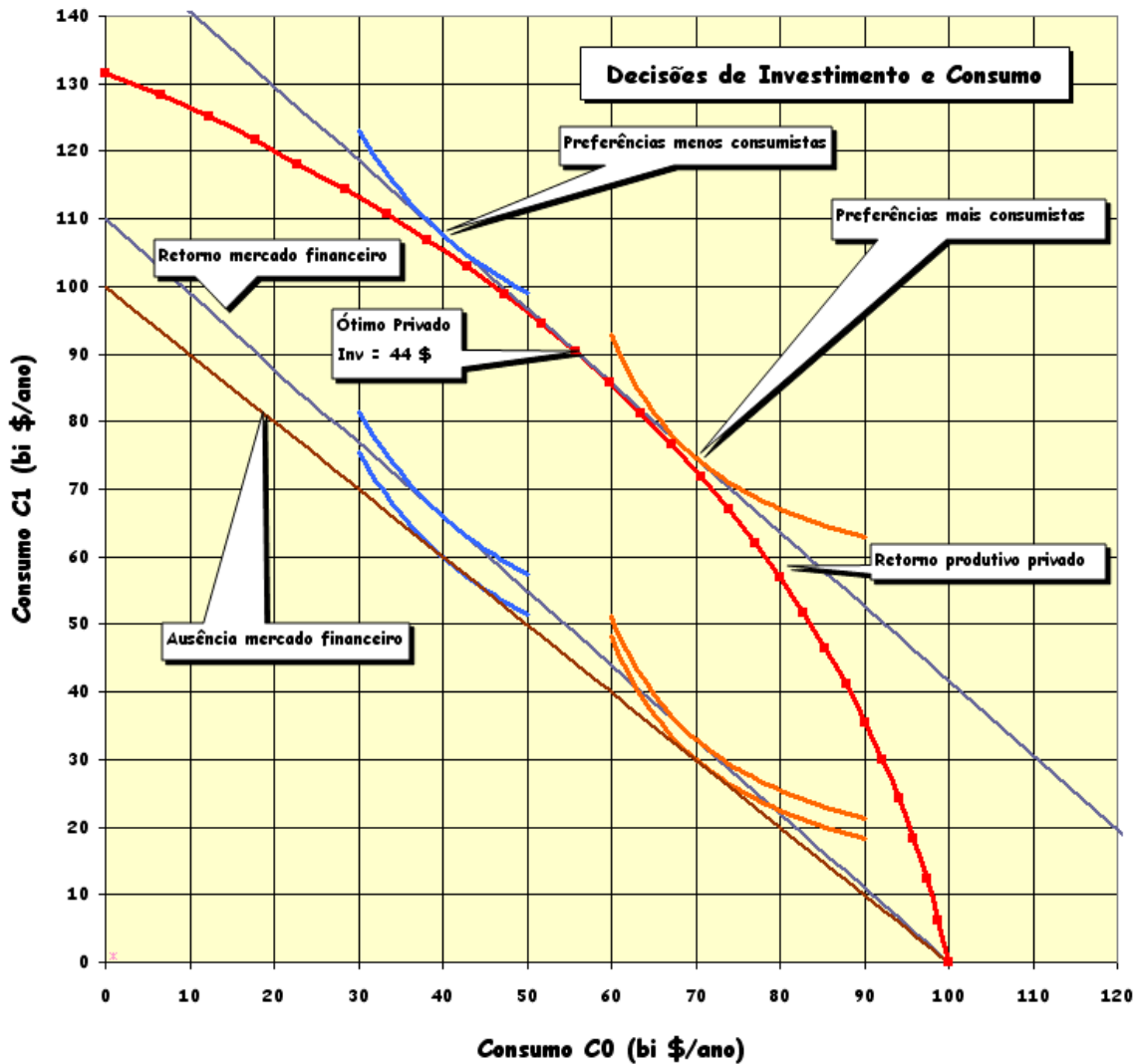


Figura III.3.7: Decisões de investimento versus preferências de consumo
 Fonte: Elaboração própria a partir de Brealey, Myers e Allen (2011)

Na presença de externalidades (econômicas, sociais e ambientais), há conflitos entre o interesse privado e o coletivo. O retorno produtivo sustentável (R_s) será dado por:

$$R_s = -0,65 \cdot I + 0,05 \cdot (-667) + 0,05 \cdot [(667)^2 + 116.668 I]^{1/2} \tag{III.3.15}$$

A decisão ótima de investimento, ilustrada na Figura III.3.8, $I = \$ 20$, se dá no ponto em que a tangente à curva de retornos equivale a $(1+i)$. Ou seja:

$$dR_s/dI = -0,65 + (2.916) \cdot [(666)^{1/2} + 116.668 I]^{-1/2} \tag{III.3.16}$$

Para $I = \$ 20$, tem-se:

$$dR_s/dI = -0,65 + (2.916) \cdot [(666)^{1/2} + 116.668 (20)]^{-1/2} = 1,10$$

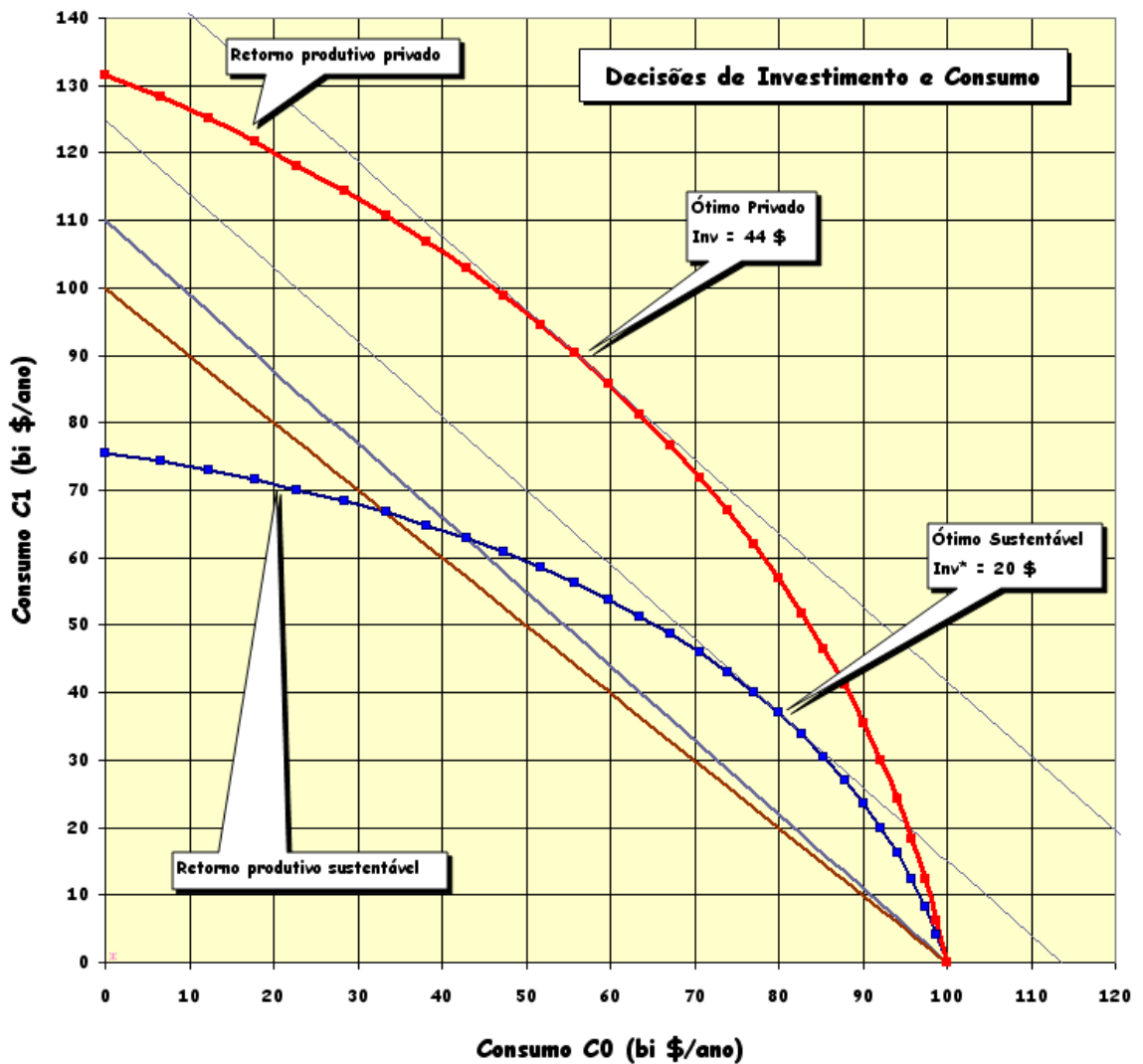


Figura III.3.8: Decisão ótima de investimento sustentável
 Fonte: Elaboração própria a partir de Brealey, Myers e Allen (2011)

A consideração das externalidades reduz as possibilidades de consumo ou de utilidade (tendo em vista a maior restrição orçamentária), seja para indivíduos mais ou menos consumistas:

(a) Indivíduos mais consumistas

$$C_0 = 70; C_1 = 48$$

$$a = 546; c = -48$$

$$U_f(C_0, C_1) = C_1 - 546 / (C_0 + -48) \quad \text{(III.3.17)}$$

$$U_f(70, 48) = 48 - 546 / (70 - 48) = 23.$$

Observa-se que este valor é inferior a $U_f(70, 75) = 50$, referente ao caso sem externalidade.

(b) Indivíduos menos consumistas

$$C_0 = 40; C_1 = 81$$

$$a = 1194; c = -7$$

$$U_f(C_0, C_1) = C_1 - 1197 / (C_0 + -7) \quad \text{(III.3.18)}$$

$$U_f(40, 81) = 81 - 1194 / (40 - 7) = 45$$

Observa-se que este valor é inferior a $U_f(40, 108) = 71$, referente ao caso sem externalidade.

Estes resultados estão ilustrados na Figura III.3.9.

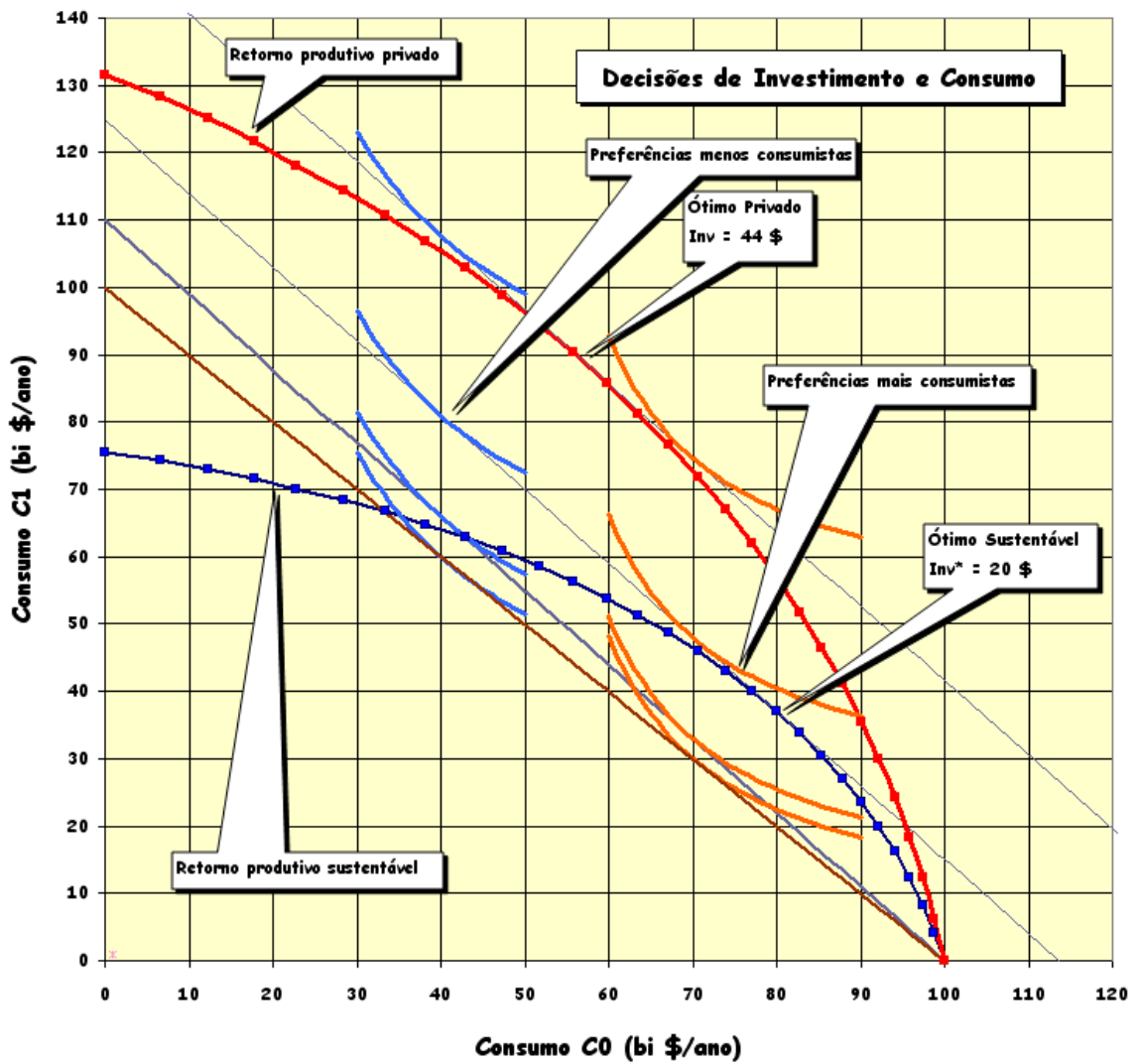


Figura III.3.9: Decisões de consumo para investimento sustentável
 Fonte: Elaboração própria a partir de Brealey, Myers e Allen (2011)

Vale ressaltar que a riqueza W_1 corresponde à riqueza inicial (W_0) capitalizada à taxa de juros (i), menos o consumo (C_0) também capitalizado, mais o excesso do retorno $r(I_0)$ do investimento (I_0) em relação aos juros do investimento $i(I_0)$, conforme a Figura III.3.10.

$$W_1 = W_0 (1+i) - C_0 (1+i) + I_0 [r(I_0) - i] \tag{III.3.19}$$

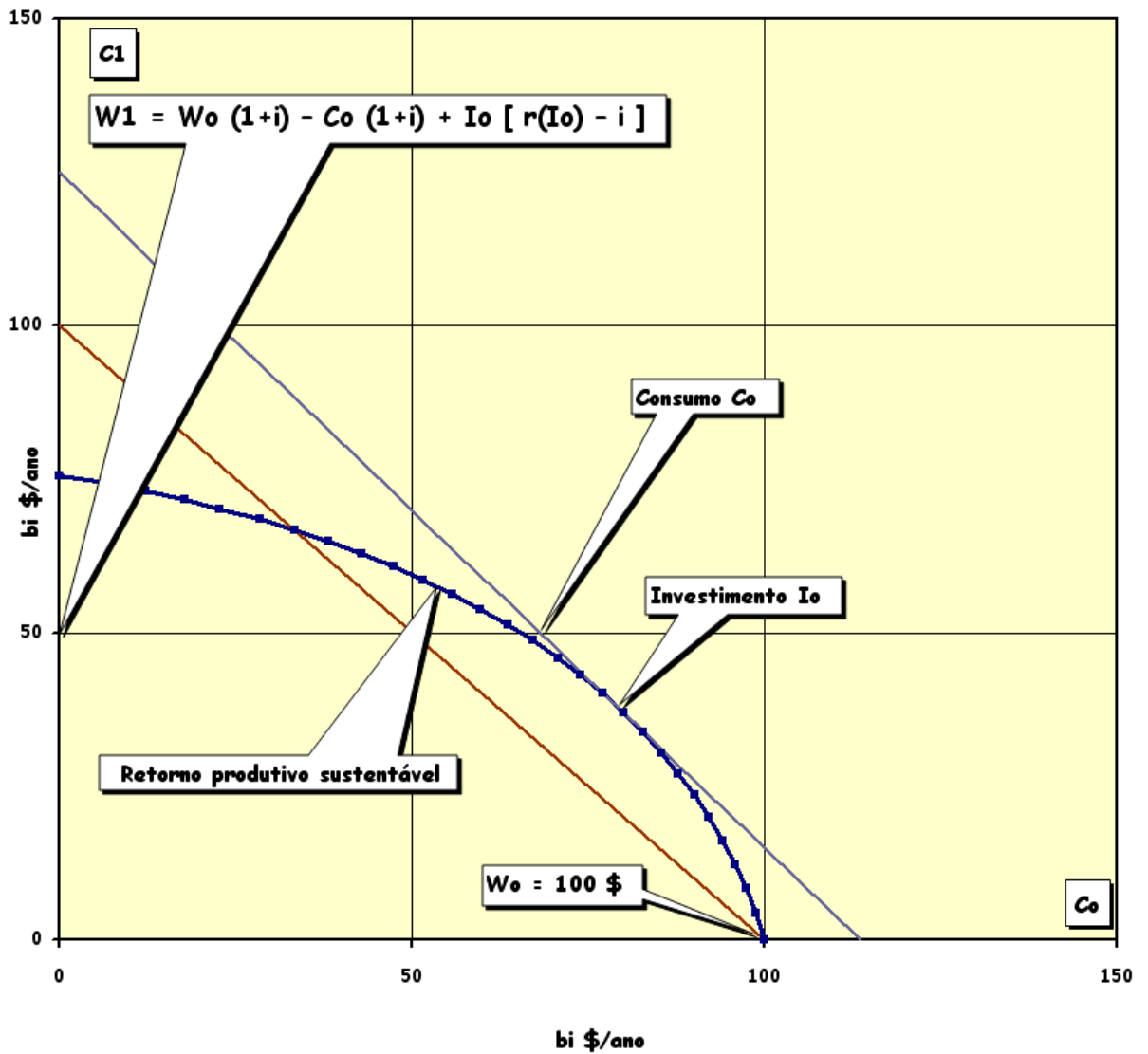


Figura III.3.10: Riqueza, investimento e consumo
 Fonte: Elaboração própria a partir de Brealey, Myers e Allen (2011)

III.3.2 - Finanças Corporativas e Sustentabilidade

Cabe, neste momento, uma pergunta: como garantir que as decisões de consumo sejam sustentáveis?

Pelo Relatório de Brundtland (1987,p.9), o desenvolvimento sustentável é definido como “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades”.

Assim, podemos dizer que as decisões de consumo no presente (Co^*) são sustentáveis se garantem que a riqueza futura ($W1$) não seja inferior à riqueza presente (Wo)²⁹. Ou seja, no limite, $Wo = W1 = \$ 100$.

Sendo:

$$W1 = Wo (1+i) - Co (1+i) + Io [r(Io) - i]$$

Para $W1 = Wo = W$, teremos:

$$Co^* = W.i / (1+i) + Io [r(Io^*) - i] / (1+i) \quad \text{(III.3.20)}$$

Para:

$$Wo = W1 = \$ 100$$

$$Io^* = \$ 20$$

Aplicando-se a fórmula, teremos:

$$Co^* = W.i / (1+i) + Io [r(Io^*) - i] / (1+i)$$

$$Co^* = \$ 23$$

²⁹ Esta é a definição de sustentabilidade fraca segundo Pearce e Atkinson (1993, 1995) e Hartwick (1977).

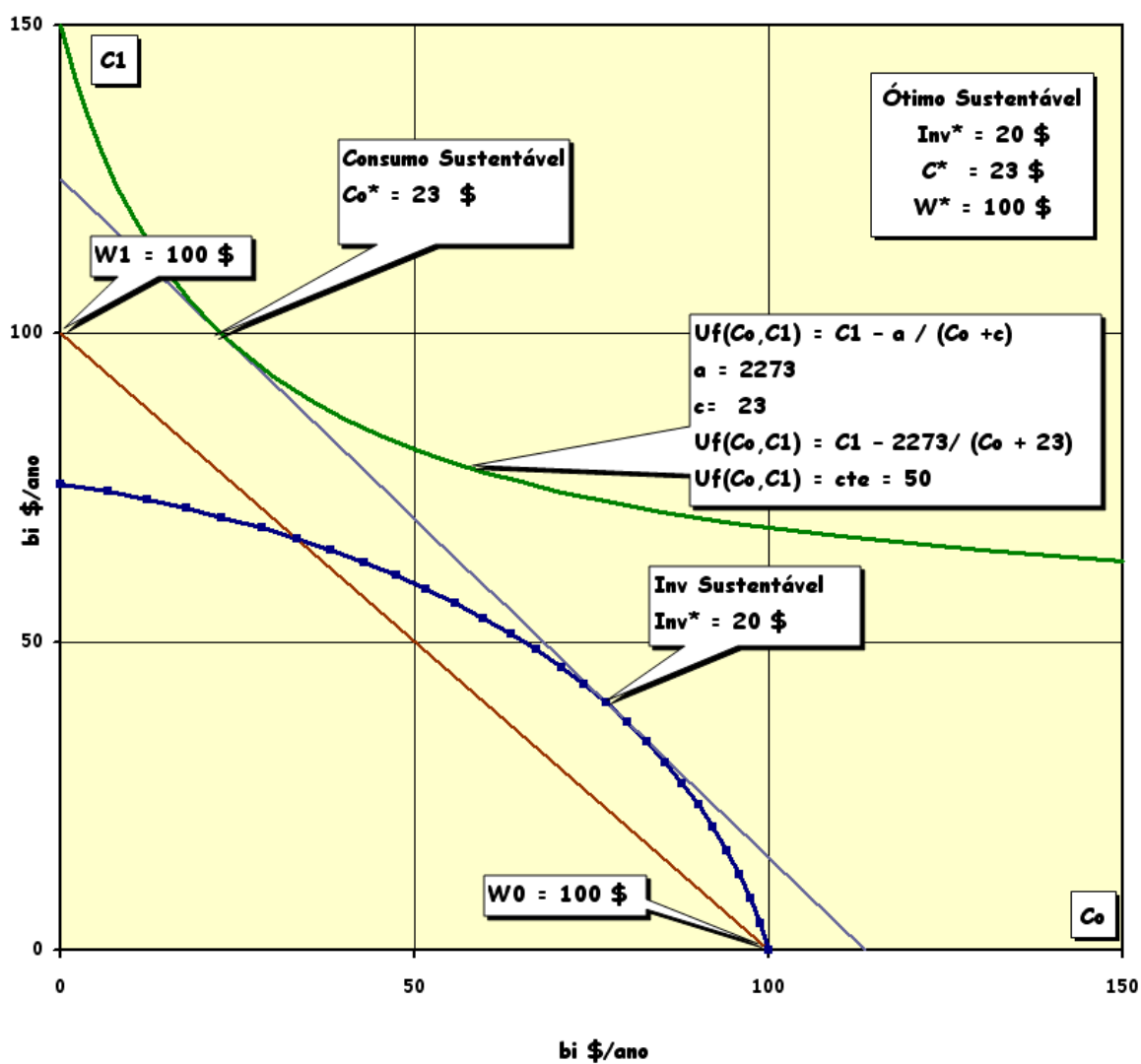


Figura III.3.11: Decisões de investimento e consumo sustentáveis
 Fonte: Elaboração própria a partir de Brealey, Myers e Allen (2011)

A Figura III.3.11 mostra a curva de indiferença $Uf(Co, C1) = C1 - a / (Co + c)$, no ponto $Co^* = \$ 23$ e $C1^* = \$ 100$, em que a taxa marginal de substituição equivale a $(1+i) = - dC1/dCo$.

Os parâmetros desta curva, determinados no Anexo F, correspondem a:

$$a = 2273$$

$$c = 23$$

$$Uf^*(Co, C1) = C1 - 2273 / (Co + 23) \quad \text{(III.3.21)}$$

$$Uf^*(23, 100) = 100 - 2273 / (23 + 23) = 50$$

Pode-se interpretar o valor de $Co^* = \$ 23$ como o valor presente das rendas financeiras e produtivas (VPL), geradas no período 1, sem comprometer o valor do principal ($W = \$ 100$).

$$Co^* = W \cdot i / (1+i) + I_0 [r(I_0^*) - i] / (1+i)$$

$$Co^* = \text{Juros} + \text{VPL produtivo}$$

$$Co^* = 100 \cdot 10\% / (1 + 10\%) + 20 [85\% - 10\%] / (1+10\%)$$

$$Co^* = 9,09 + 13,64 = \$ 22,73$$

É interessante observar que este ponto de sustentabilidade, definido por $Co^* = \$ 23$ e $C1^* = 100$, independe da expressão matemática da curva de indiferença, o que será mostrado utilizando-se a função Cobb-Douglas, com a seguinte forma:

$$Ug(Co, C1) = A \cdot Co^\alpha \cdot C1^{(1-\alpha)} \quad \text{(III.3.22)}$$

$$\text{Onde: } A > 0 \text{ e } 0 < \alpha < 1$$

Vimos anteriormente que no ponto ótimo ($Co^*, C1^*$), temos:

$$(\partial Ug / \partial Co) / (\partial Ug / \partial C1) = (1 + i)$$

Assim,

$$(\partial Ug / \partial Co) = A \cdot \alpha \cdot Co^{(\alpha-1)} \cdot C1^{(1-\alpha)}$$

$$(\partial Ug / \partial C1) = A \cdot Co^\alpha \cdot (1-\alpha) \cdot C1^{-\alpha}$$

$$(\partial Ug / \partial Co) / (\partial Ug / \partial C1) = \alpha \cdot C1^* / [(1-\alpha) \cdot Co^*]$$

$$\alpha \cdot C1^* / [(1 - \alpha) \cdot Co^*] = (1 + i)$$

O Apêndice F desenvolve esta expressão chegando à seguinte curva de utilidade mostrada na Figura III.3.12:

$$Ug(Co, C1) = 0,672 \cdot Co^\alpha \cdot C1^{(1-\alpha)} = b \quad (\text{III.3.23})$$

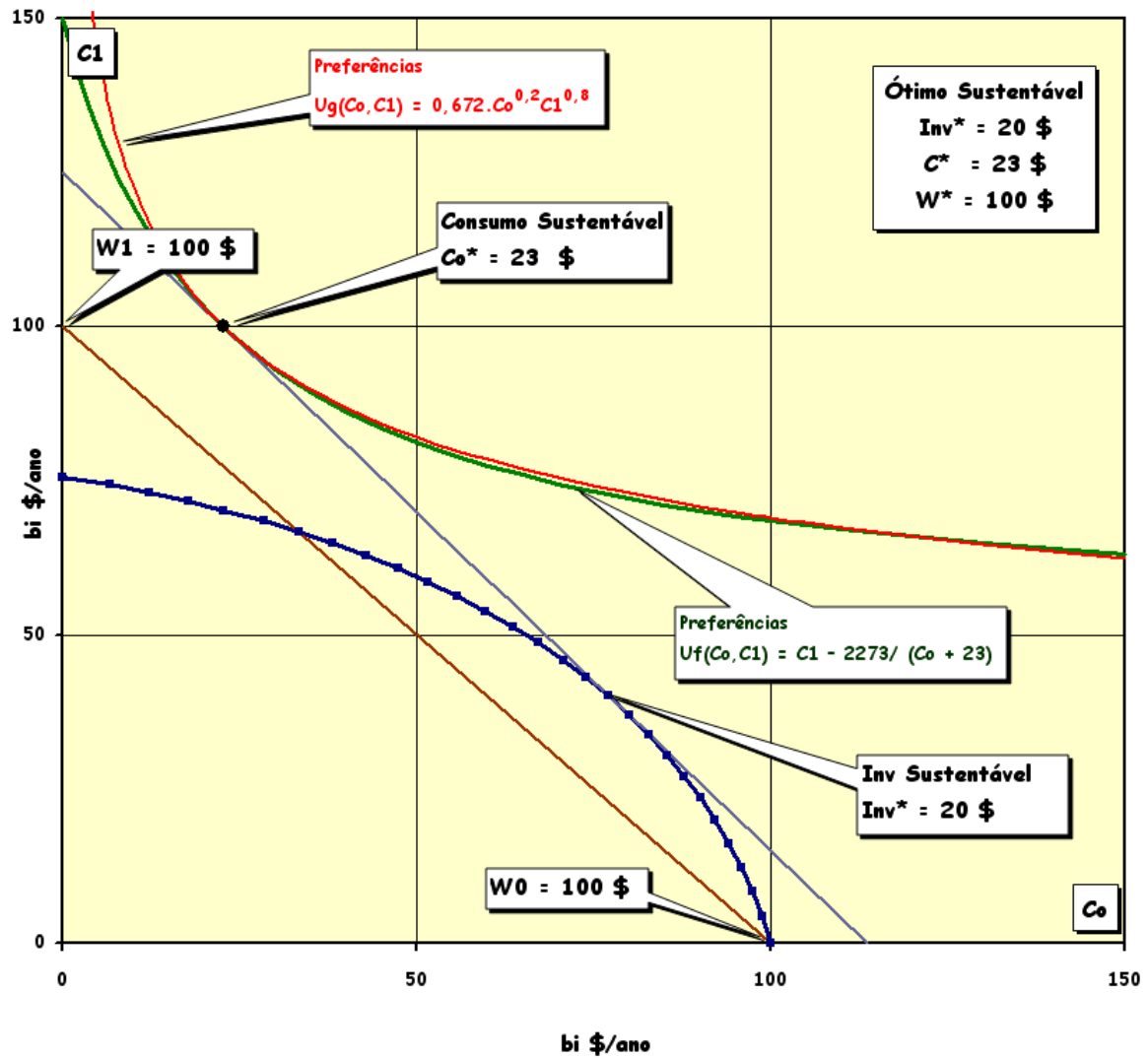


Figura III.3.12: Decisões de investimento e consumo sustentáveis
Fonte: Elaboração própria a partir de Brealey, Myers e Allen (2011)

Retomando a curva de utilidade com a forma $U_f(C_0, C_1)$, vemos que estas decisões de investimento e de consumo tomadas nos períodos $(C_0; C_1)$, se replicadas para os períodos subsequentes - $(C_1; C_2)$, $(C_2; C_3)$ etc. - garantem que o estoque de capital (riqueza) legado para a geração seguinte permaneça constante ($W = \$ 100$), conforme ilustrado na Figura III.3.13³⁰.

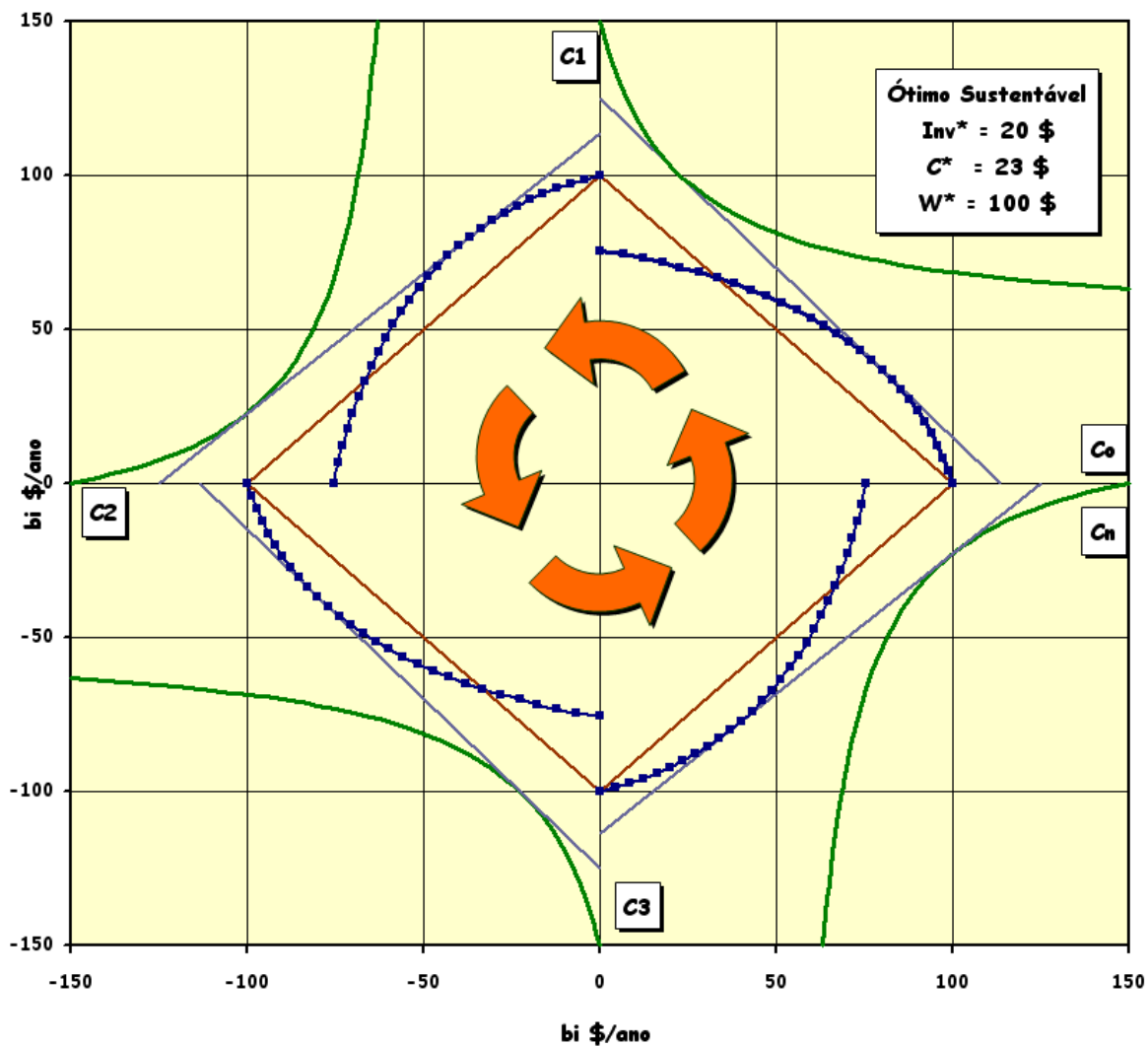


Figura III.3.13: Decisões de investimento e consumo intertemporais
Fonte: Elaboração própria a partir de Brealey, Myers e Allen (2011)

³⁰ É importante notar que este resultado é semelhante ao apontado por El Serafy (1989) na determinação da renda verdadeira no problema da escassez dos recursos exauríveis. Convém ressaltar ainda que se adota a hipótese de preços constantes ao longo do horizonte, também como em El Serafy (1989) e Young e Serôa da Motta (1995).

III.3.3 - Anomalias nas Decisões de Investimento

Em relação à situação ótima (Figura III.3.14), temos uma série de anomalias na decisão de investimento que implicam uma redução de consumo, ou de utilidade, para que a riqueza se mantenha, ou para que haja sustentabilidade.

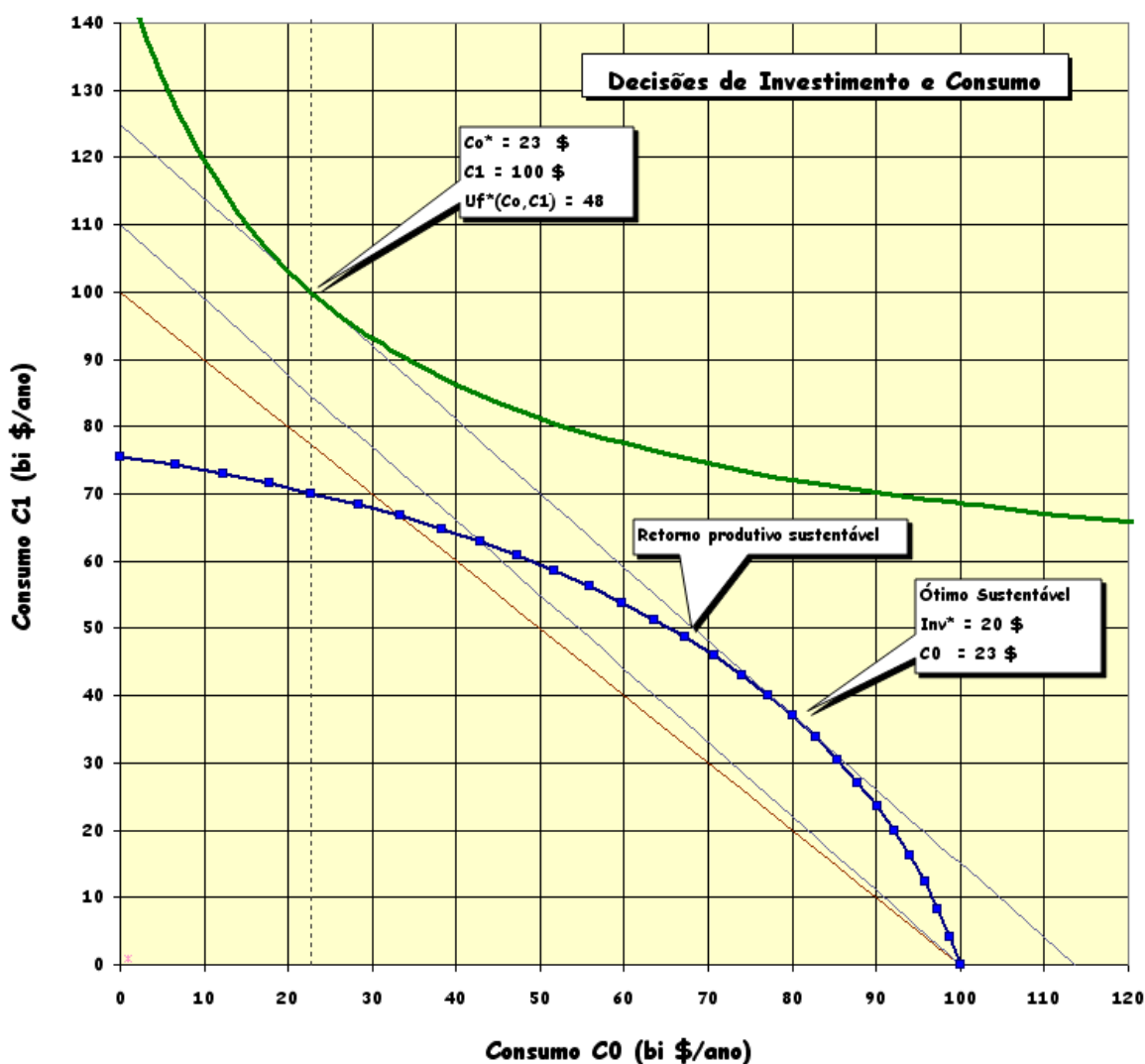


Figura III.3.14: Decisão ótima sustentável

Fonte: Elaboração própria a partir de Brealey, Myers e Allen (2011)

Dentre essas anomalias, podemos citar: (a) desconsideração das externalidades e otimização do investimento numa ótica privada; (b) desconsideração das oportunidades de investimento produtivo; (c) investimento para atingir uma meta de 1.000 MM bbl/ano,

a qualquer custo, numa carteira de VPL nulo; (d) investimento além do ótimo, anulando o consumo presente; e (e) investimento máximo de toda a riqueza.

No caso (a), representado na Figura III.3.15, de desconsideração das externalidades e otimização dos retornos numa ótica privada, o valor do investimento será de $I_0 = \$ 44$. Neste caso, para que não haja perda de riqueza ($W_1 = W_0$), o consumo deverá ser reduzido para $C_0 = \$ 16$, com diminuição dos níveis de satisfação: $U_f(C_0, C_1) = 34$.

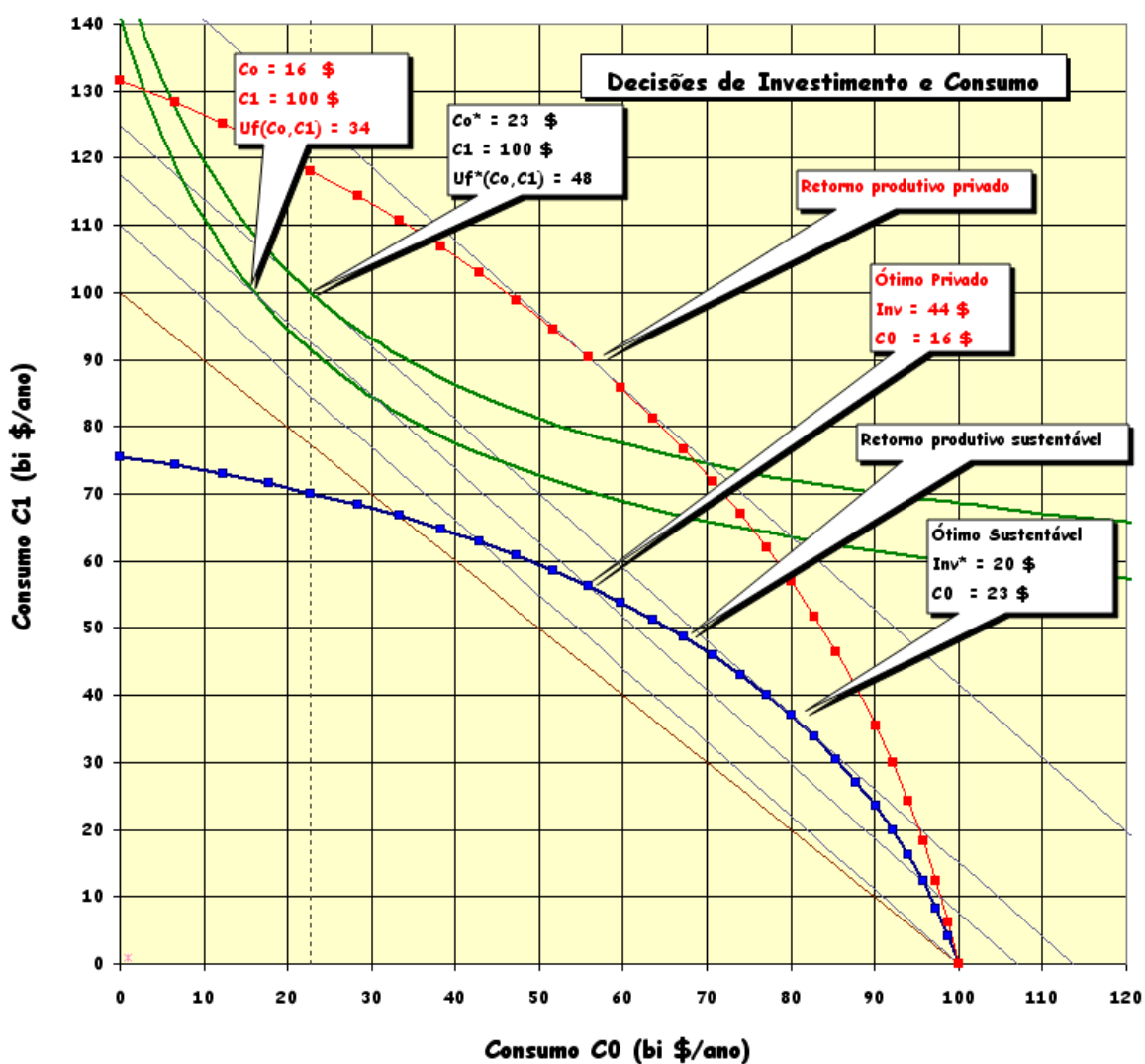


Figura III.3.15: Decisão ótima privada – Business as usual
 Fonte: Elaboração própria a partir de Brealey, Myers e Allen (2011)

No caso (b), há desconsideração das oportunidades de investimento produtivo, com valor do investimento nulo (Figura III.3.16). Neste caso, para que não haja perda de riqueza ($W_1=W_0$), o consumo deverá ser reduzido ao valor presente da renda financeira³¹. Ou seja,

$$C_0 = 100 \cdot 10\% / (1 + 10\%) = \$ 9.$$

Esta redução de consumo implicará na diminuição dos níveis de satisfação para: $U_f(C_0, C_1) = 25$.

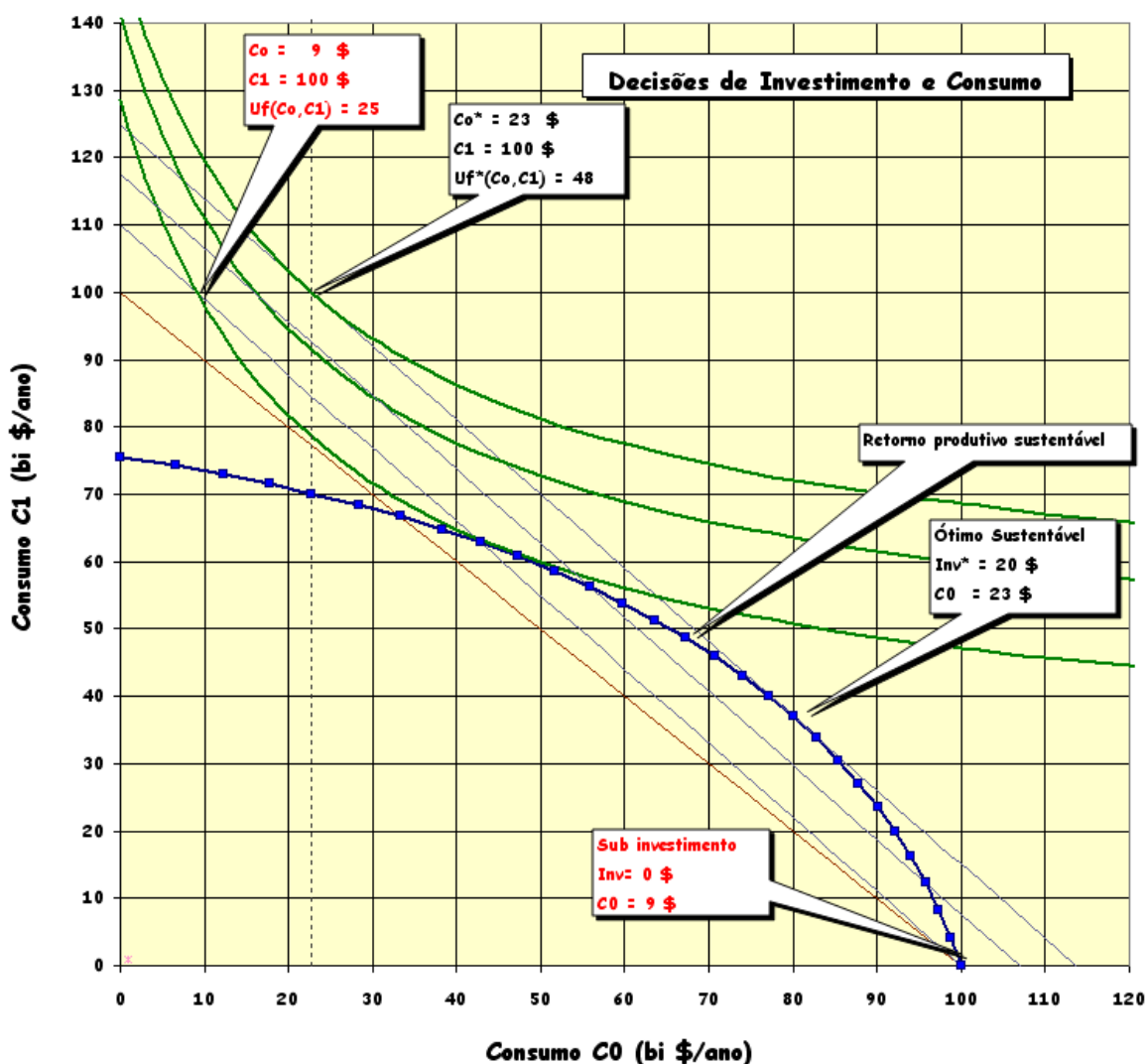


Figura III.3.16: Sub-investimento
Fonte: Elaboração própria a partir de Brealey, Myers e Allen (2011)

³¹ Caso semelhante ao apontado pela Regra de Hartwick (1977) e a fórmula de El Serafy (1989).

No caso (c), de investimento $I_0 = \$ 57$, para atingir uma meta não econômica de 1.000 MM bbl/ano, a carteira de projetos terá VPL nulo (Figura III.3.17). Neste caso, como no anterior, para que não haja perda de riqueza, o consumo ficará restrito a $C_0 = \$ 9$, com um nível de satisfação de $U_f(C_0, C_1) = 25$.

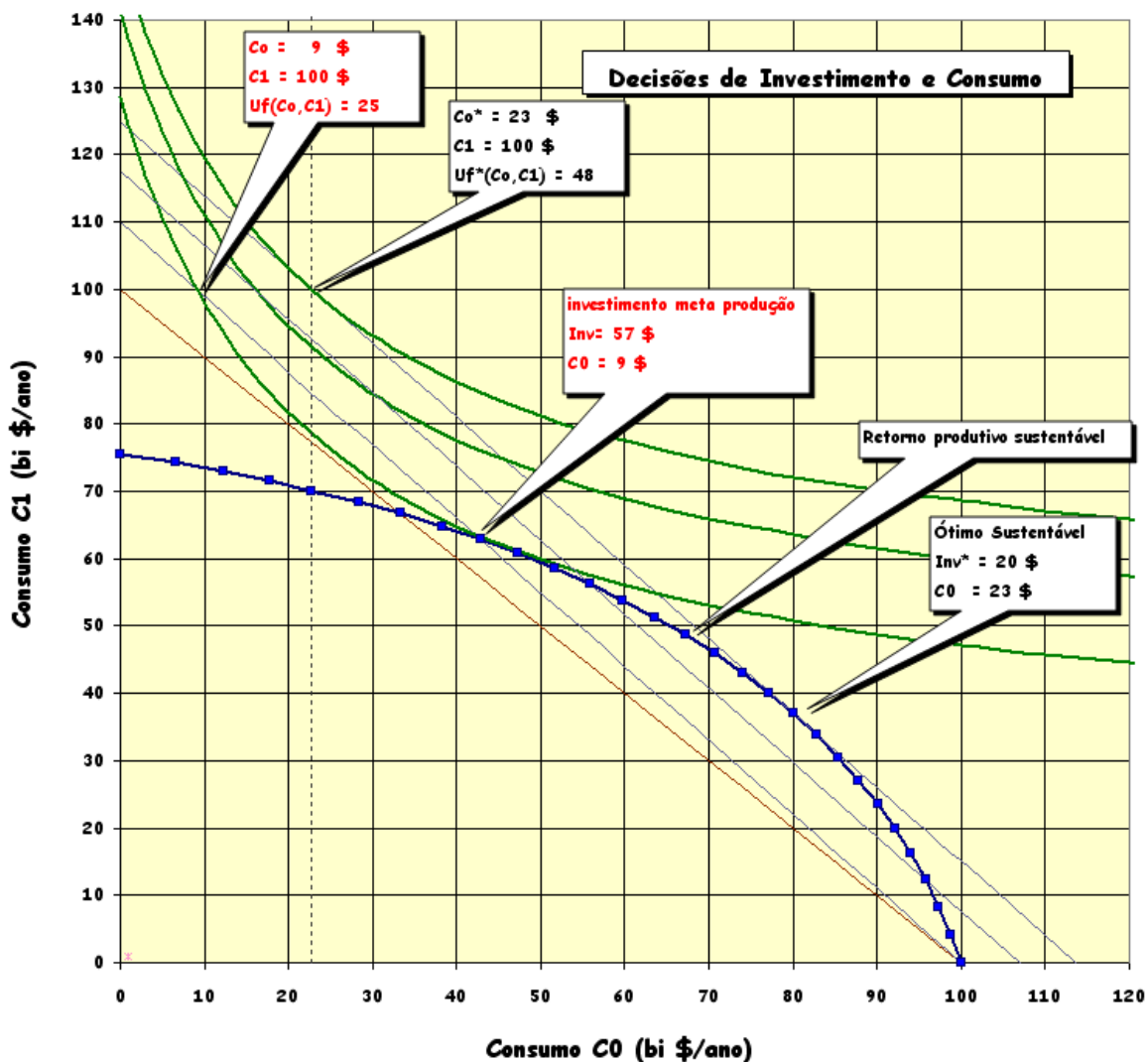


Figura III.3.17: Investimento para atingir meta de produção não econômica
 Fonte: Elaboração própria a partir de Brealey, Myers e Allen (2011)

No caso (d), de investimento além do ótimo sustentável, $l_0 = \$ 72$, para que não haja perda de riqueza ($W_1=W_0$), o consumo C_0 deverá ser nulo, bem como o nível de satisfação, $U_f(C_0, C_1) = 0$ (Figura III.3.18).

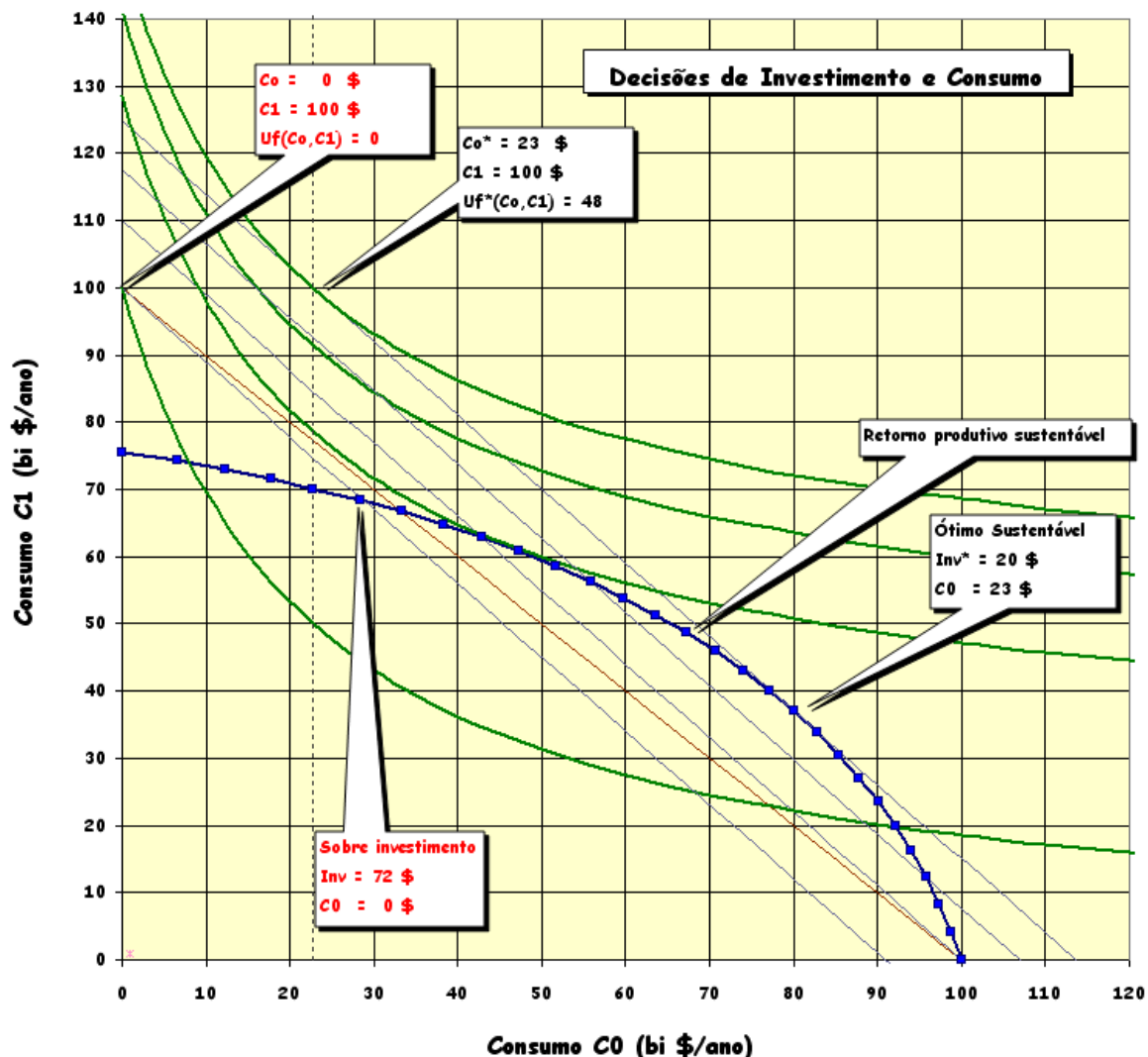


Figura III.3.18: Sobre-investimento
Fonte: Elaboração própria a partir de Brealey, Myers e Allen (2011)

No caso (e), de investimento máximo, $l_0 = \$ 100$, para que não haja perda de riqueza ($W_1=W_0$), o consumo deveria ser negativo, $C_0 = \$ -21$. As curvas de satisfação $U_f(C_0, C_1)$ seriam negativas, violando as premissas de racionalidade do agente maximizador de utilidade, necessárias ao modelo.

Vimos, portanto que anomalias nas decisões de investimento implicam em redução de utilidade, para que a riqueza se mantenha, ou para que haja sustentabilidade. O consumo deve cair de $Co^* = \$ 23$ para $\$ 16$, $\$ 9$ e finalmente zero. É interessante observar que este resultado independe da função de utilidade que se adote, seja $U_f(Co, C1)$ ou $U_g(Co, C1)$ conforme Figura III.3.19.

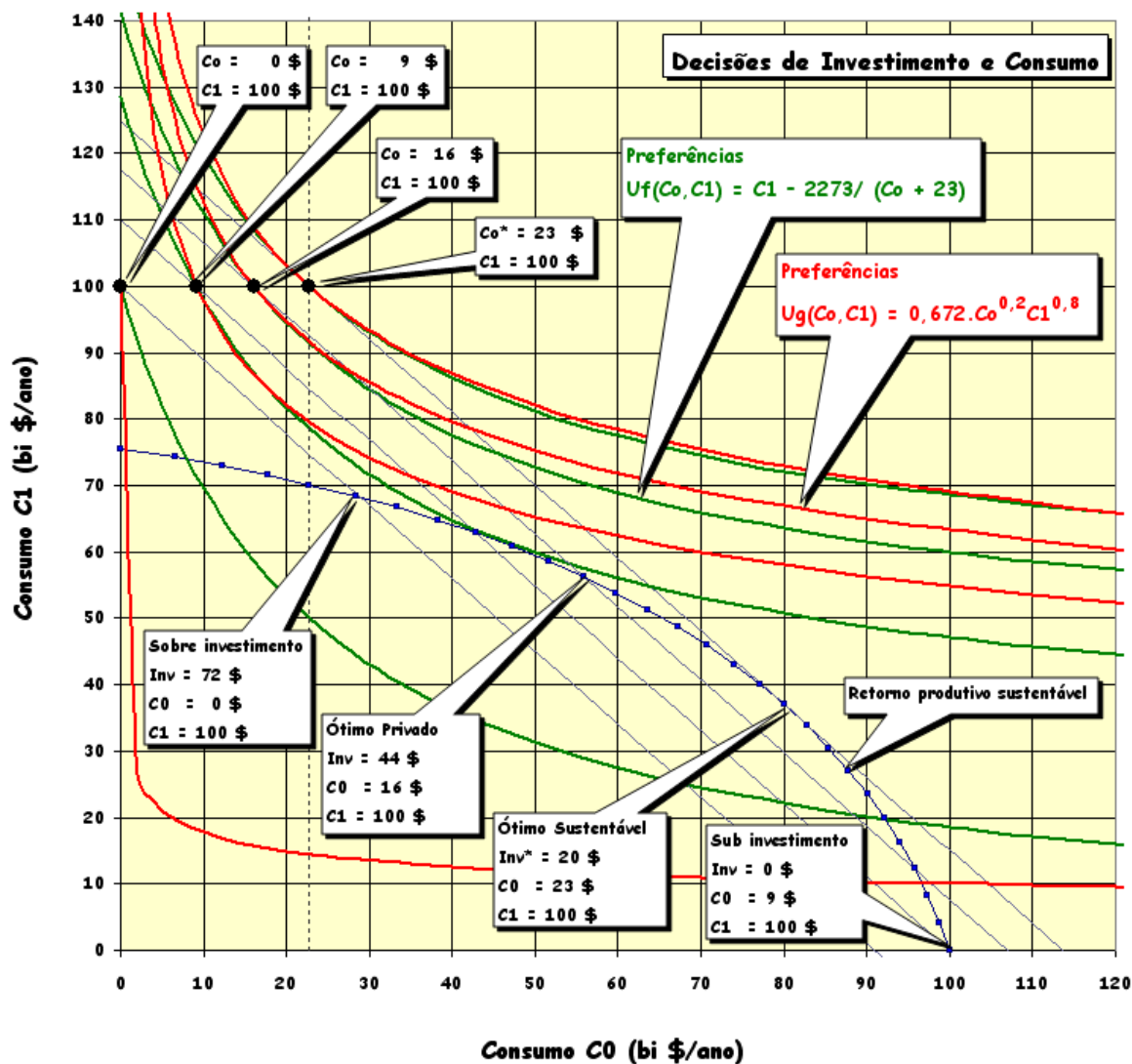


Figura III.3.19: Anomalias nas decisões de investimento
 Fonte: Elaboração própria a partir de Brealey, Myers e Allen (2011)

A Figura III.3.20 apresenta diferentes escolhas de investimento e consumo, referentes aos casos apresentados anteriormente.

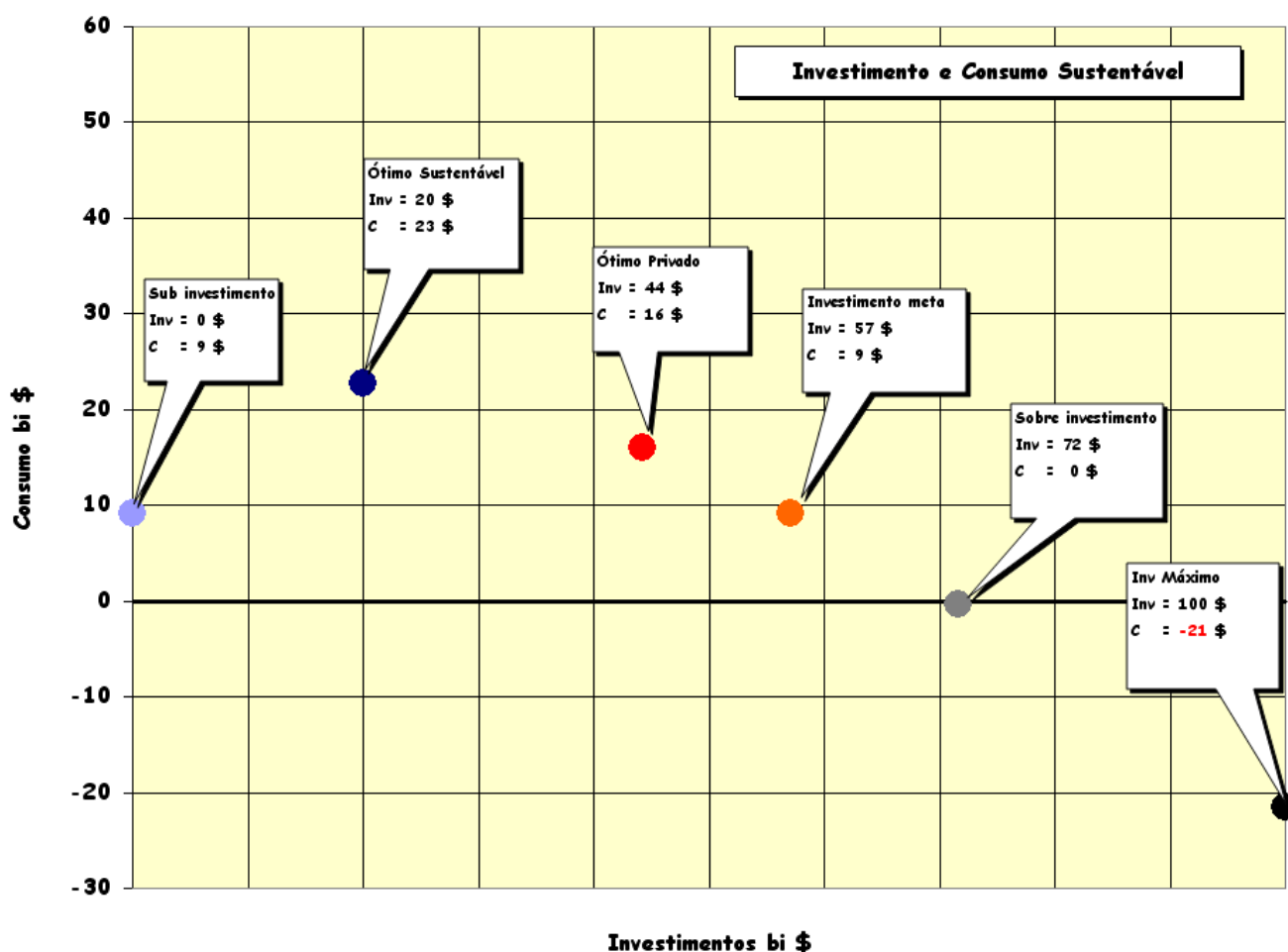


Figura III.3.20: Decisões de consumo e investimento
Fonte: Elaboração própria

III.3.4 - A "Fronteira de Brundtland"

É possível traçar uma linha, aqui denominada de "Fronteira de Brundtland", que define as combinações de consumo e investimento sustentáveis (Figura III.3.21). É importante ressaltar que embora todas as combinações sobre a linha sejam sustentáveis, no sentido de legarem para as gerações futuras a mesma riqueza herdada da geração anterior, há um ponto ótimo, de máxima possibilidade de consumo ($C^* = 23$), que ocorre exatamente na decisão ótima de investimento sustentável ($I^* = 20$). Investimentos fora deste ponto

indicam sacrifício de consumo, para que se tenha sustentabilidade. Algebricamente, para $W = \$ 100$, constante, a equação da “Fronteira de Brundtland” é dada por:

$$C_0 = W \cdot i / (1+i) + I_0 [r(I_0) - i] / (1+i)$$

Para $I_0^* = \$ 20$, aplicando-se a fórmula, teremos $C_0^* = \$ 23$.

É interessante notar que a “Fronteira de Brundtland” independe da função de utilidade que se adote, seja $U_f(C_0, C_1)$ ou $U_g(C_0, C_1)$ conforme já ilustrado na Figura III.3.19.

Convém ressaltar que a “Fronteira de Brundtland” traz para o nível de decisão empresarial (onde os investimentos têm retornos diferentes) resultado equivalente ao obtido por Pearce e Atkinson (1993, 1995) para o nível macro com uma função de produção agregada.

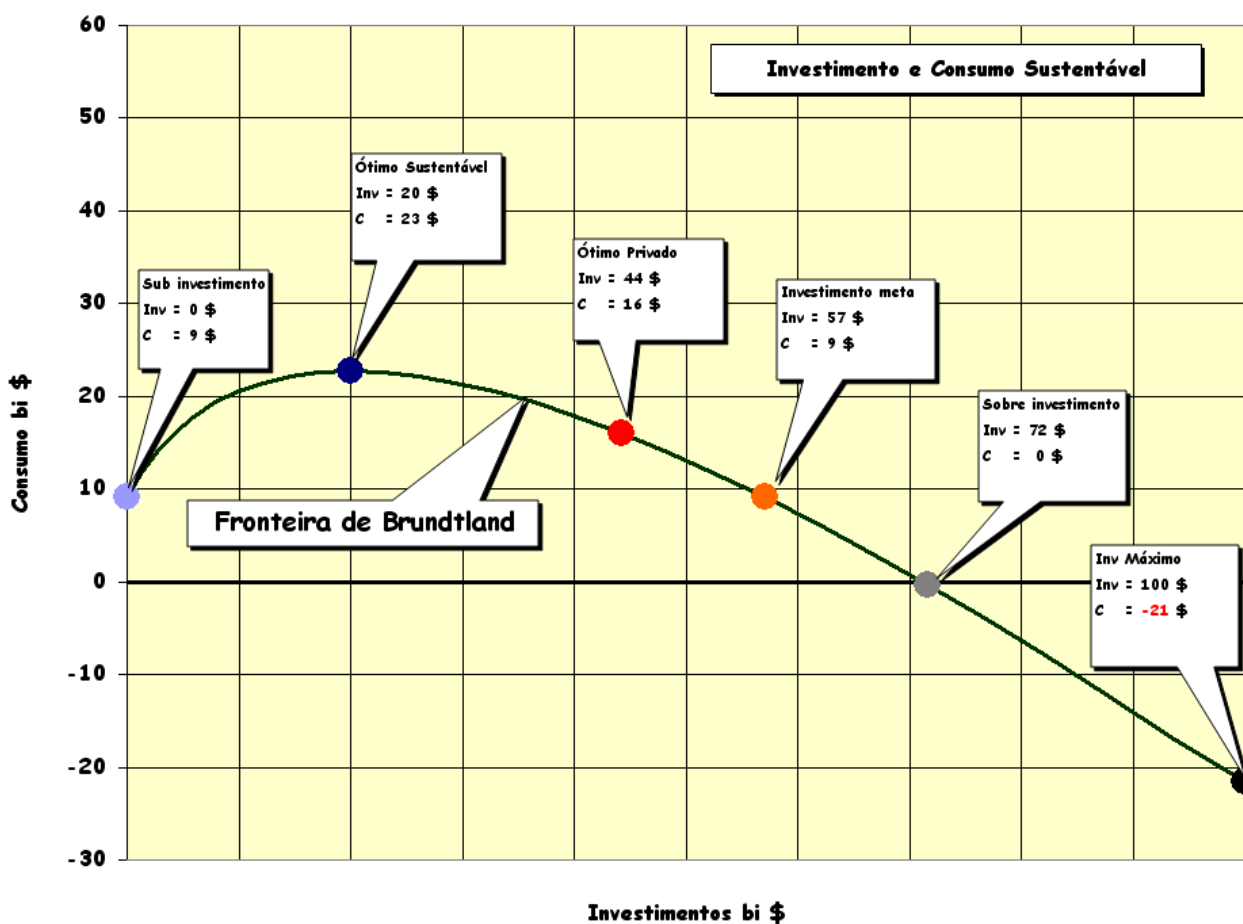


Figura III.3.21: “Fronteira de Brundtland”
Fonte: Elaboração própria

Vimos que ao longo da “Fronteira de Brundtland”, diferentes valores do binômio Investimento-Consumo (I,C) correspondem a uma riqueza constante igual a $W = \$ 100$. Para valores de (I,C), situados no semi-plano acima da Fronteira, há progressiva redução de riqueza $W = \$ 80 ; \$ 60 ; \$ 40 ; \$ 20$ até zero. De forma oposta, para valores de (I,C) situados no semi-plano abaixo da Fronteira, há progressivo aumento de riqueza $W = \$ 110$ e $\$ 120$, conforme Figura III.3.22.

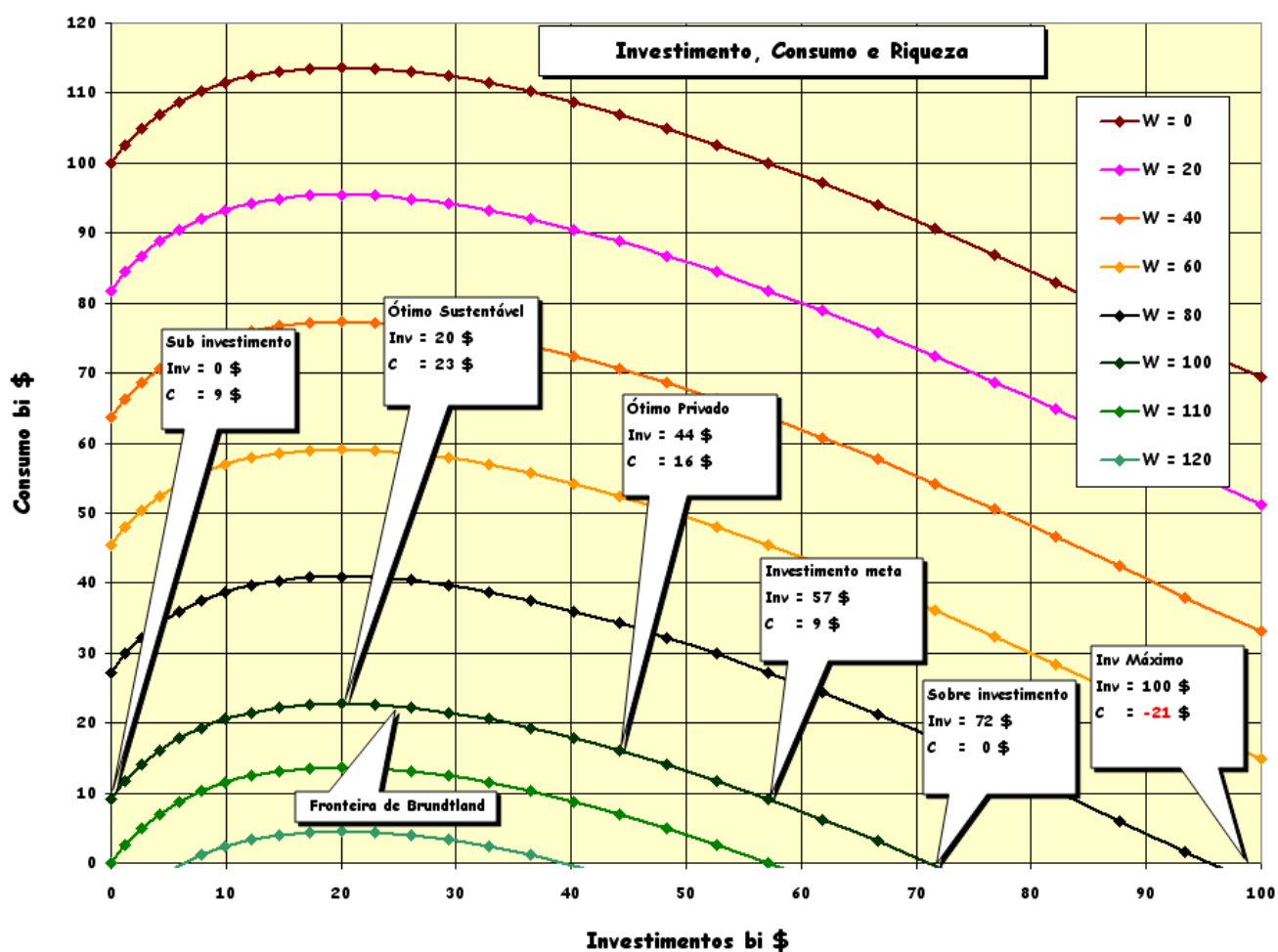


Figura III.3.22: Investimento, Consumo e Riqueza
Fonte: Elaboração própria

Interessante também analisar o impacto das decisões de investimento na riqueza ao longo do tempo (W_n), mantido o consumo constante $C^* = \$ 23$. Como era de se esperar, para um investimento ótimo sustentável ($I^* = \$ 20$), a riqueza se mantém constante ao longo do tempo, igual a $W = \$ 100$. Na ausência de investimentos produtivos ($I = \$ 0$), ou no caso de investimento ($I = \$ 57$) que zere o VPL da carteira, a riqueza se exaure já no período $t=6$. Nos casos dos investimentos ótimo empresarial ($I = \$ 44$) ou máximo ($I = \$ 72$), a riqueza se esgota nos anos 19 e 18, respectivamente (Figura III.3.23).

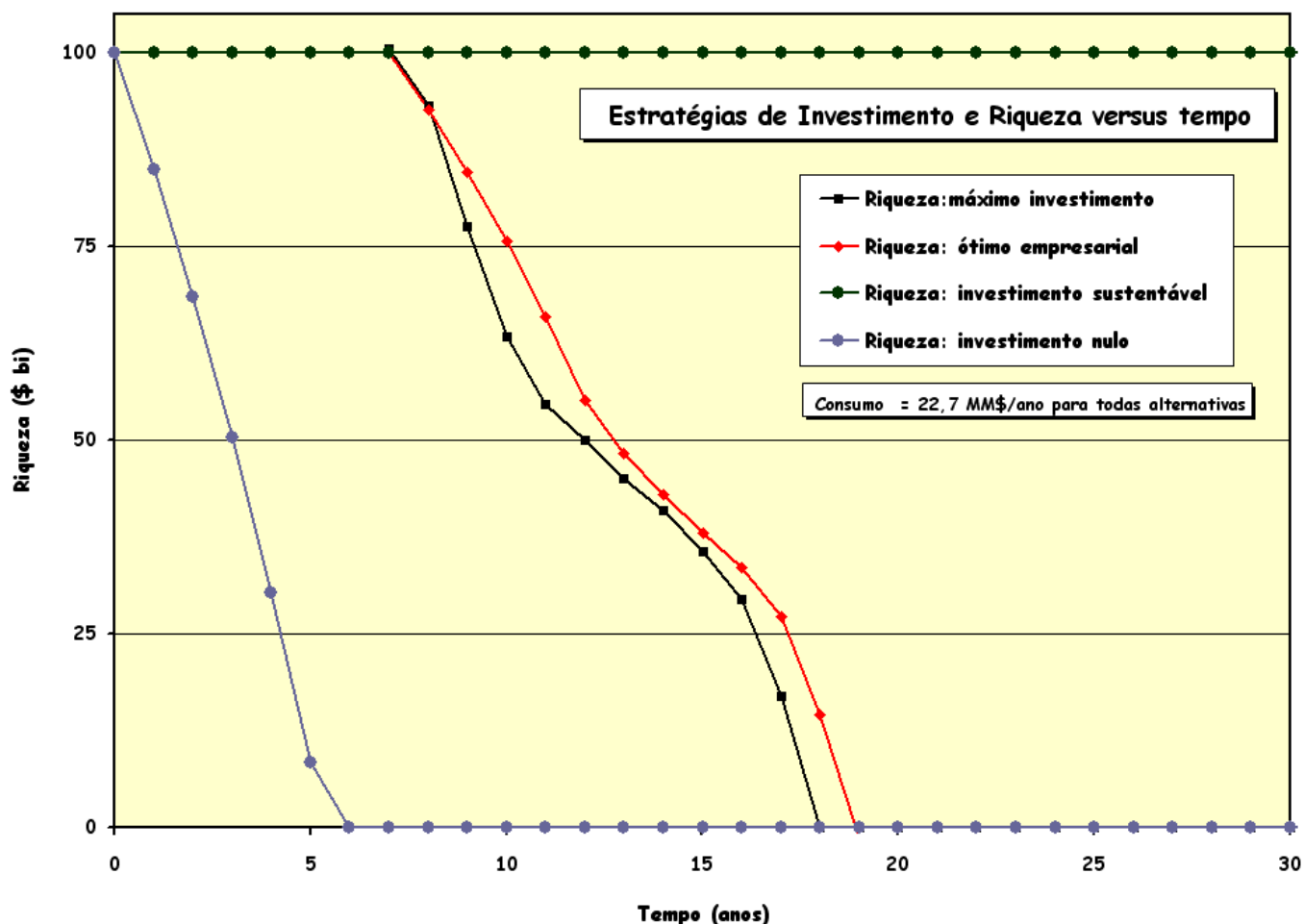


Figura III.3.23: Decisões de Investimento e Riqueza
Fonte: Elaboração própria

Convém destacar que um padrão de uso dos recursos, investimento e consumo (44; 36) - qualificado como *as usual*, não sustentável, por reduzir a riqueza para $W1 = \$ 78$, ilustrado na Figura III.3.24 - produziria uma estatística de atividade econômica correspondente ao Produto Interno Bruto (PIB) de:

$$\text{PIB} = \text{Investimento} + \text{Consumo} = 44 + 36 = \$ 80$$

(III.3.24)

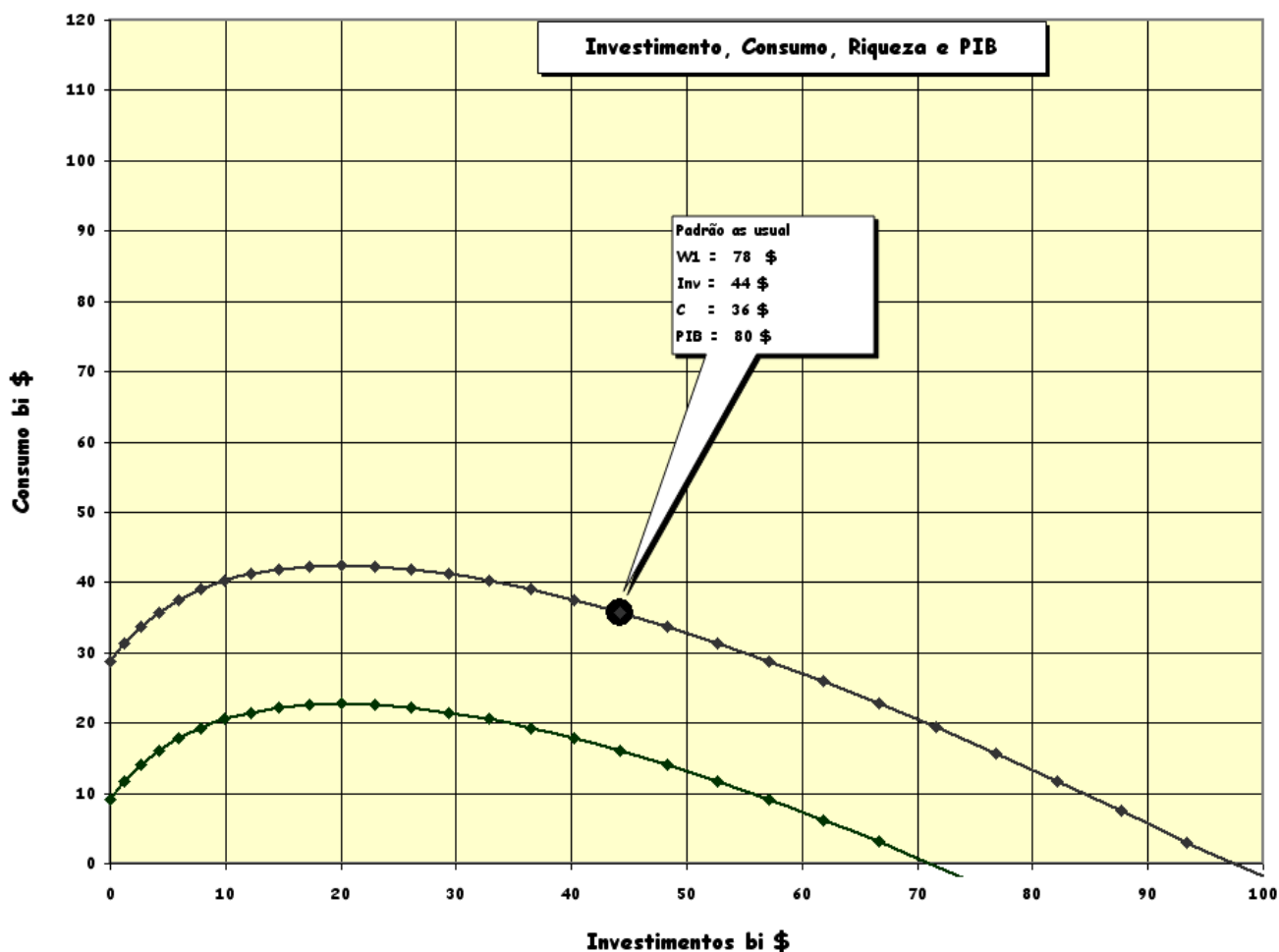


Figura III.3.24: Padrão *as usual*

Fonte: Elaboração própria

Haveria algum tipo de ajuste nesse indicador para que o nível de atividade econômica esteja em sintonia com a sustentabilidade?³² Esta questão será tratada a seguir.

³² Esta questão foi originalmente proposta por El Serafy (1989) e posteriormente modificada por Young e Serôa da Mota (1995).

III.3.5 - Produto Ambientalmente Ajustado

Como visto anteriormente, o Produto Interno Bruto (PIB) como medida de desenvolvimento tem sido alvo de várias críticas³³ por não incorporar adequadamente a questão da sustentabilidade. Uma linha de pesquisa desenvolvida pelas Nações Unidas corresponde ao Sistema Integrado de Contas Econômicas e Ambientais (SICEA). Ela tem por objetivo estimar as perdas econômicas dos recursos naturais e incorporá-las às Contas Nacionais (YOUNG et al, 2000).

Para tal, os recursos naturais são classificados em **recursos exauríveis** (YOUNG et al, 2000, p.8) “cuja exploração pela atividade humana leva necessariamente à redução na sua disponibilidade futura, como é o caso dos recursos minerais e florestais, [... bem como **recursos de fluxo**] que podem ter suas condições originais restauradas pela ação natural ou humana, como o ar e a água.”

Segundo os autores, esta classificação é importante porque dela derivam diferentes formas de ajuste do PIB convencional, conforme será tratado a seguir.

Para os **recursos de fluxo**, dentre as formas de ajuste nas contas nacionais estão as **despesas defensivas**. Sugere-se que:

sejam excluídos da demanda final todos os custos que a economia incorreu a fim de se precaver contra a poluição ou degradação decorrente do uso dos recursos de fluxo. Referem-se aos gastos que são convencionalmente classificados como **consumo pessoal** ou **formação de capital**, mas que não refletem melhorias nas condições de vida ou de produção da economia. [...] O objetivo dessa proposta é **impedir que o conjunto das atividades** decorrentes da degradação ambiental, tais como despesas médicas ou instalação de equipamentos anti-poluentes, **sejam vistos como acréscimos de riqueza à economia** [...](YOUNG et al, 2000, p.12).

³³ Como exemplo, citamos o relatório da *Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress* coordenado pelos economistas Joseph E. Stiglitz, Amartya Sen e Jean-Paul Fitoussi (1999).

Para os **recursos exauríveis**, Young et al (2000, p.15) uma das formas de ajuste é a depreciação do capital natural:

O esgotamento dos recursos exauríveis [...] é encarado como uma forma de depreciação do capital natural. Há também contrapartidas para variações dos estoques de recursos exauríveis que não se devem à atividade extrativa, tais como **descobertas e reavaliações**. [...] A depreciação ou apreciação do capital natural são obtidas pela diferença entre os valores iniciais e finais do capital natural nesse período [...] (YOUNG et al, 2000, p.15).

O resultado relatado por Young et al. (2000, p.22) é uma medida de Produto Interno Líquido (PIL) Ambientalmente Ajustado. Convém registrar que o Produto Interno Líquido (PIL) corresponde ao Produto Interno Bruto (PIB) deduzido da depreciação.

Este resultado responde à pergunta formulada na seção anterior, com relação aos ajustes necessários, tanto nas parcelas de investimento quanto nas de consumo, para que o PIB *as usual* equivalente a \$ 80 (Figura III.3.22) possa ser traduzido em um PIB ajustado.

$$\text{PIB} = \text{Investimento} + \text{Consumo} = 44 + 36 = \$ 80$$

1. Ajuste na parcela de Investimento

O volume de investimento gerador de renda, por apresentar VPL positivo, é de $I^* = \$ 20$. Entretanto, no caso em questão, o investimento total é de $I = \$ 44$. Assim, há um sobreinvestimento com VPL negativo, equivalente a \$ 24. Desta forma, o ajuste no investimento será de:

$$\text{Ajuste no Investimento} = (I - I^*) = (44 - 20) = \$ 24 \quad \text{(III.3.25)}$$

2. Ajuste na parcela de Consumo

Conforme visto anteriormente, o consumo sustentável $C^* = \$ 23$ corresponde à renda. Nas palavras de Hicks (apud YOUNG, 2006, p.48): “a renda de uma pessoa é o que ela pode consumir durante uma semana e ainda esperar estar tão bem, ao final da semana, como estava em seu início”.

Entretanto, no caso em questão, o consumo é de $C = \$ 36$. Há um excesso de consumo de $\$ 13$, conforme abaixo:

$$\text{Ajuste no Consumo} = (C - C^*) = (36 - 23) = \$ 13 \quad (\text{III.3.26})$$

A Figura III.3.25 ilustra dois ajustes necessários:

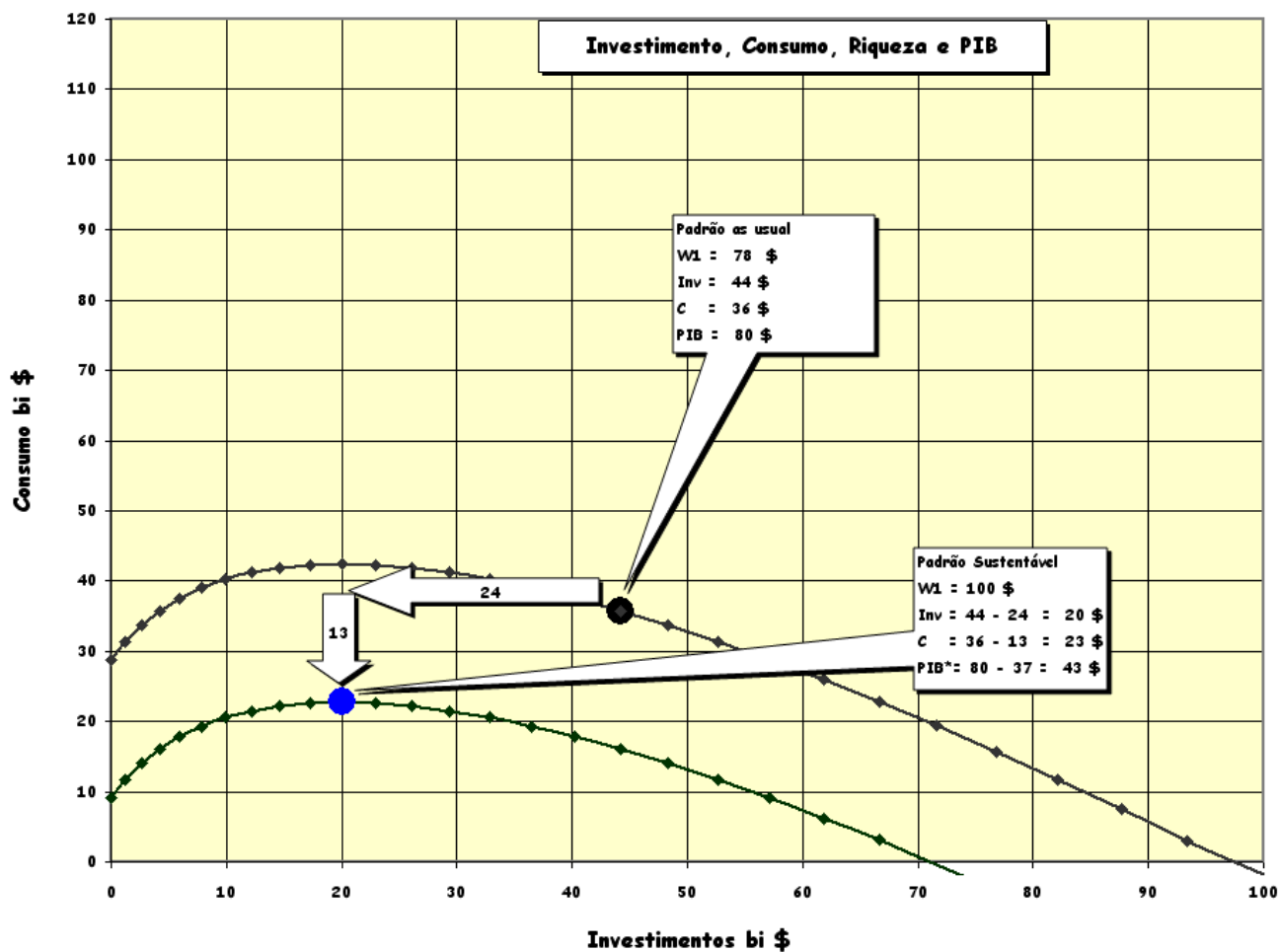


Figura III.3.25: Padrão Sustentável
Fonte: Elaboração própria

Assim, o PIB Ambientalmente Ajustado (PIB*) será dado por:

$$\text{PIB}^* = \text{PIB Convencional} - \text{Ajuste Investimento} - \text{Ajuste Consumo}$$

$$\text{PIB}^* = 80 - 24 - 13 = \$ 43 \quad (\text{III.3.27})$$

Assim como observamos o impacto das decisões de investimento na riqueza ao longo do tempo (Figura III.3.23), vale a pena ver seu reflexo no comportamento do PIB (Figura III.3.26).

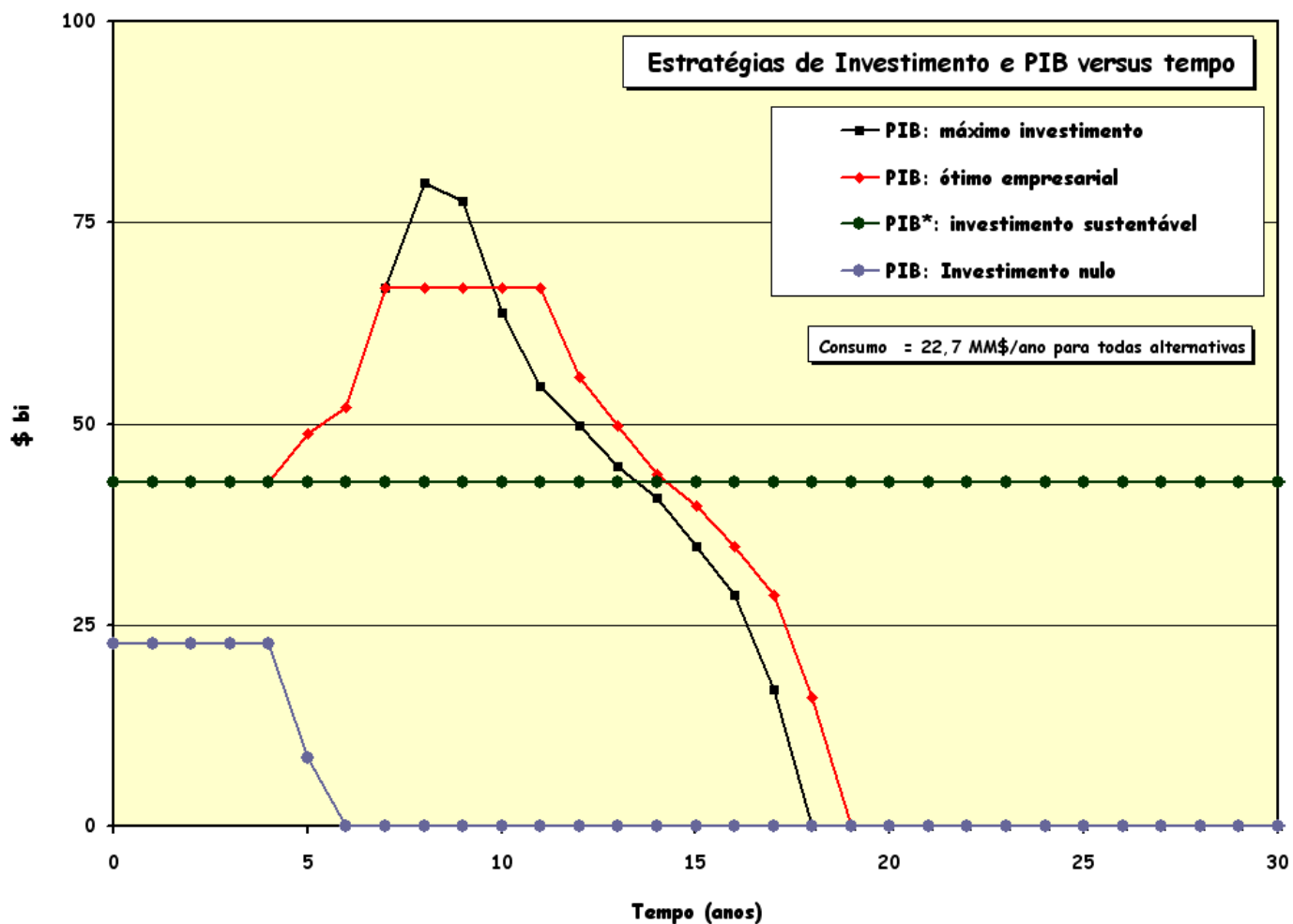


Figura III.3.26: Decisões investimento e PIB
Fonte: Elaboração própria

III.4 - Modelo 4: “Inovação Institucional”

III.4.1 - O Mundo Real da Informação Imperfeita

Os modelos anteriores apresentam uma formalização teórica de como investir para maximizar o IDH e garantir a sustentabilidade (Figura III.4.1):

(a) Realizar para cada projeto de investimento um Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica, Social e Ambiental (EVTESA), calculando-se o Valor Presente Líquido, conforme descrito no Apêndice G.

(b) Aprovar os projetos que possuem VPL positivo, que no caso hipotético totalizam investimentos de \$ 20 bi, para uma produção de 500 MM bbl/ano.

(c) Com a renda gerada, investir em projetos socioambientais, avaliados individualmente, pelo critério do mínimo Custo-Efetividade, conforme detalhamento no Apêndice I.

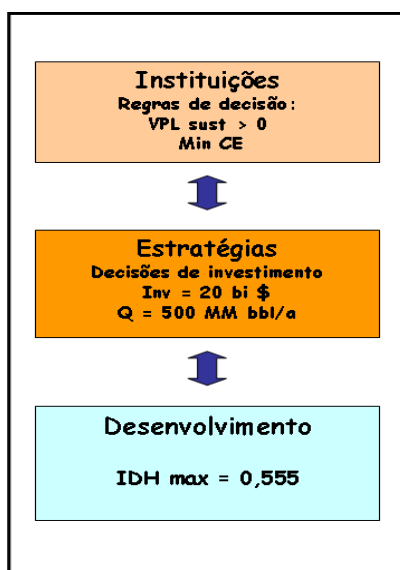


Figura III.4.1: Máximo IDH
Fonte: Elaboração própria

Mas, como lembra Coase (1937), no mundo real há informação imperfeita, racionalidade limitada, complexidade, incerteza e especificidade dos ativos. Como resultado, temos custos de transação e conflito entre agentes na disputa por renda.

Estes fatores fazem com que a prática das organizações, no *business as usual*, esteja longe da situação apresentada na Figura III.4.1. É possível identificar diferentes estágios no que se refere ao processo de tomada de decisão de investimento.

III.4.2 - Estágio 1: Análise Agregada sem Gerenciamento de Projetos

Neste estágio, não há uma análise individualizada dos projetos ao se comparar os custos e benefícios para a empresa. A análise é feita de forma agregada, colocando-se numa mesma cesta bons e maus projetos. Além disso, não são consideradas as externalidades. A Tabela III.4.1 apresenta os resultados do exercício hipotético em termos unitários (\$/bbl) para diferentes níveis de produção entre 250 e 1.400 MMbbl/a. Estes resultados estão detalhados no Apêndice G.

Tabela III.4.1: Resultado Estágio E1

PRODUÇÃO (MMbbl/a)	RESULTADO (\$/bbl)
250	85,00
500	70,00
750	55,00
850	50,00
1.000	40,00
1.400	15,00

Fonte: Elaboração própria

Como os projetos são tratados de forma agregada e sem considerar as externalidades, não se consegue visualizar a contribuição marginal de um projeto e pode-se ter a falsa impressão de que há geração de renda. Por exemplo, para a produção acumulada $Q = 1.000 \text{ MM bbl/a}$, o resultado é de $\$ 40 / \text{bbl}$. Porém, como será visto adiante, se o projeto for considerado de forma incremental, com as externalidades, sua renda sustentável gerada é negativa, comprometendo o IDH, anulando seu valor (Figura III.4.2).

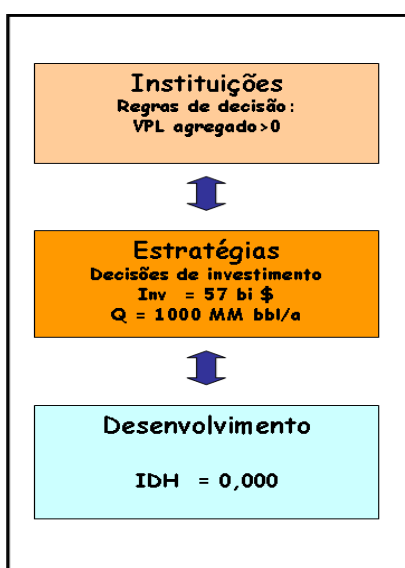


Figura III.4.2: IED - Estágio E1
Fonte: Elaboração própria

Os resultados do modelo de seleção para este nível de produção (Tabela III.4.2) são:

$Q = 1.000 \text{ MM bbl/a}$

$I = \$ 57 \text{ bi}$

$IDH = 0,00$

Fundo Social (FS) = $\$ 0 \text{ bi}$

Tabela III.4.2: Estágio 1

Modelo de Seleção de Projetos de Investimentos : Como transformar barris em IDH												
Estágio 1: Análise agregada sem gerenciamento de projetos com meta de produção Q = 1.000 MMbbl/a												
Variáveis decisão			Restrições									
XQagr	1		Qmin	1.000								
XQbau	0		Imin	0								
XQsus	0		Imáx	182.857								
XQinov	1		CO2max	200.000								
XQcpnc	1		Emin	0								
Xj	-		ELDmin	0								
XSAgp	1		Isa min	0,000								
XSAinov	1											
Xk	ver tabela											
Dados do Portfólio de Projetos												
Projetos de Produção de Petróleo								Projetos Sócio Ambientais				
Nj	Xj	Qj	Ij	RSj	CO2j	ELDj	Ej	Nk	Xk	ISAk	GSAk	CEk
-		MM bbl/a	MM \$	MM\$/a	M t/a	MM\$/a	E/ano	-	-	isa	\$/hab.ano	\$/isa
1	1,0	50	1.229	2.850	5.000	4.570	7.500	1	0,0	0,025	25	1.000
2	1,0	50	1.400	2.550	5.000	4.510	7.500	2	0,0	0,025	75	3.000
3	1,0	50	1.571	2.250	5.000	4.450	7.500	3	0,0	0,025	125	5.000
4	1,0	50	1.743	1.950	5.000	4.390	7.500	4	0,0	0,025	175	7.000
5	1,0	50	1.914	1.650	5.000	4.330	7.500	5	0,0	0,025	225	9.000
6	1,0	50	2.086	1.350	5.000	4.270	7.500	6	0,0	0,025	275	11.000
7	1,0	50	2.257	1.050	5.000	4.210	7.500	7	0,0	0,025	325	13.000
8	1,0	50	2.429	750	5.000	4.150	7.500	8	0,0	0,025	375	15.000
9	1,0	50	2.600	450	5.000	4.090	7.500	9	0,0	0,025	425	17.000
10	1,0	50	2.771	150	5.000	4.030	7.500	10	0,0	0,025	475	19.000
11	1,0	50	2.943	(150)	5.000	3.970	7.500	11	0,0	0,025	525	21.000
12	1,0	50	3.114	(450)	5.000	3.910	7.500	12	0,0	0,025	575	23.000
13	1,0	50	3.286	(750)	5.000	3.850	7.500	13	0,0	0,025	625	25.000
14	1,0	50	3.457	(1.050)	5.000	3.790	7.500	14	0,0	0,025	675	27.000
15	1,0	50	3.629	(1.350)	5.000	3.730	7.500	15	0,0	0,025	725	29.000
16	1,0	50	3.800	(1.650)	5.000	3.670	7.500	16	0,0	0,025	775	31.000
17	1,0	50	3.971	(1.950)	5.000	3.610	7.500	17	0,0	0,025	825	33.000
18	1,0	50	4.143	(2.250)	5.000	3.550	7.500	18	0,0	0,025	875	35.000
19	1,0	50	4.314	(2.550)	5.000	3.490	7.500	19	0,0	0,025	925	37.000
20	1,0	50	4.486	(2.850)	5.000	3.430	7.500	20	0,0	0,025	975	39.000
21	0,0	50	4.657	(3.150)	5.000	3.370	7.500	21	0,0	0,025	1.025	41.000
22	0,0	50	4.829	(3.450)	5.000	3.310	7.500	22	0,0	0,025	1.075	43.000
23	0,0	50	5.000	(3.750)	5.000	3.250	7.500	23	0,0	0,025	1.125	45.000
24	0,0	50	5.171	(4.050)	5.000	3.190	7.500	24	0,0	0,025	1.175	47.000
25	0,0	50	5.343	(4.350)	5.000	3.130	7.500	25	0,0	0,025	1.225	49.000
26	0,0	50	5.514	(4.650)	5.000	3.070	7.500	26	0,0	0,025	1.275	51.000
27	0,0	50	5.686	(4.950)	5.000	3.010	7.500	27	0,0	0,025	1.325	53.000
28	0,0	50	5.857	(5.250)	5.000	2.950	7.500	28	0,0	0,025	1.375	55.000
29	0,0	50	6.029	(5.550)	5.000	2.890	7.500	29	0,0	0,025	1.425	57.000
30	0,0	50	6.200	(5.850)	5.000	2.830	7.500	30	0,0	0,025	1.475	59.000
31	0,0	50	6.371	(6.150)	5.000	2.770	7.500	31	0,0	0,025	1.525	61.000
32	0,0	50	6.543	(6.450)	5.000	2.710	7.500	32	0,0	0,025	1.575	63.000
33	0,0	50	6.714	(6.750)	5.000	2.650	7.500	33	0,0	0,025	1.625	65.000
34	0,0	50	6.886	(7.050)	5.000	2.590	7.500	34	0,0	0,025	1.675	67.000
35	0,0	50	7.057	(7.350)	5.000	2.530	7.500	35	0,0	0,025	1.725	69.000
36	0,0	50	7.229	(7.650)	5.000	2.470	7.500	36	0,0	0,025	1.775	71.000
37	0,0	50	7.400	(7.950)	5.000	2.410	7.500	37	0,0	0,025	1.825	73.000
38	0,0	50	7.571	(8.250)	5.000	2.350	7.500	38	0,0	0,025	1.875	75.000
39	0,0	50	7.743	(8.550)	5.000	2.290	7.500	39	0,0	0,025	1.925	77.000
40	0,0	50	7.914	(8.850)	5.000	2.230	7.500	40	0,0	0,025	1.975	79.000
Somatório		2.000	182.857	(120.000)	200.000	136.000	300.000	Somatório	1,000	40.000	-	-
Resultados												
Limites	Q	I	RSpc	CO2	ELD	E	Limites	ISA	GSA	CE		
	MM bbl/a	MM \$	\$/hab.ano	M t/a	MM\$/a	E/ano		isa	\$/hab.ano	\$/isa		
	1.000	57.143	0	100.000	80.000	150.000		0,000	0	-		
Mínimo	1.000	0	-	-	0	0	Mínimo	0,000	-	-		
Máximo	-	182.857	-	200.000	-	-	Máximo	-	-	-		
Legenda		CE	CDE	CEG	Fundo Social	IDH	RSBpc					
Variável Decisão	Restrição	\$/tCo2	R\$/	\$/E.ano	MM \$	-	\$/hab.ano					
		-570,00	3,66	380.000	0	0,000	0					

Fonte: Elaboração própria

III.4.3 - Estágio 2 : Análise com Gerenciamento de Projetos (BAU)

Neste estágio, introduz-se o gerenciamento dos projetos de forma individualizada, quando independentes, podendo-se identificar os projetos que geram riqueza para o acionista. A Tabela III.4.3 ilustra o ganho empresarial *business as usual*, sem considerar as externalidades para a sociedade.

Tabela III.4.3: Resultado Estágio E2

PRODUÇÃO (MMbbl/a)	RESULTADO (\$/bbl)
250	70,00
500	40,00
750	10,00
850	0,00
1.000	-20,00
1.400	-70,00

Fonte: Elaboração própria

Neste estágio fica evidente que produções acima de 850 MM bbl/a não geram riqueza para o acionista. Os cálculos para obtenção destes resultados estão detalhados no Apêndice G.

Os resultados apresentados na tabela anterior (Tabela III.4.3) correspondem à diferença entre o preço de \$ 100 /bbl e o custo marginal empresarial sem considerar as externalidades (BAU). Exemplificando, para um nível de produção de 250 MM bbl/a com um custo marginal empresarial de \$ 30 /bbl, o ganho será de \$ 70 /bbl, conforme representado no terceiro quadrante (Figura III.4.3).

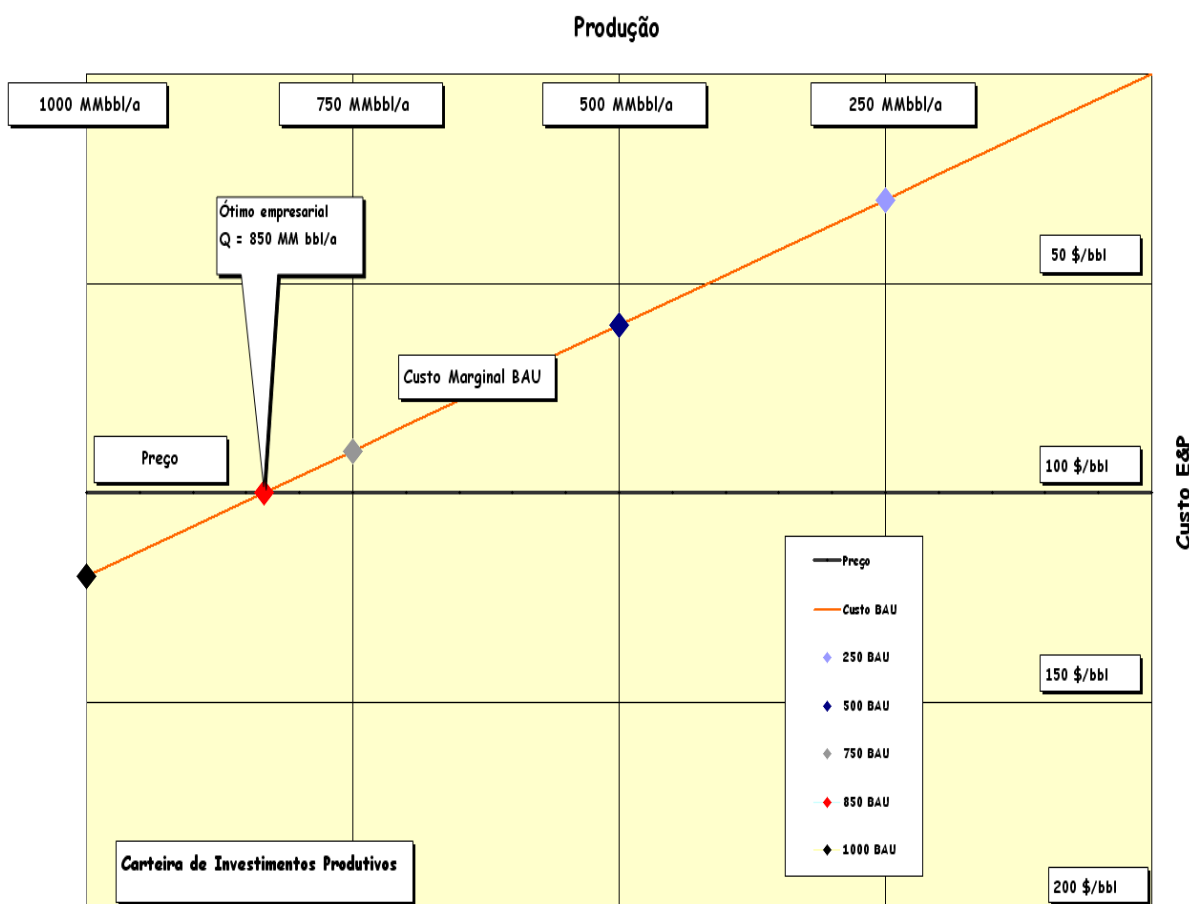


Figura III.4.3: Estágio E2 – Custos Privados
Fonte: Elaboração própria

Neste caso, os Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica sob a ótica estritamente empresarial (EVTE) aprovariam projetos que possuem VPL empresarial positivo, que totalizariam investimentos de \$ 44 bi, produzindo 850 MM bbl/ano e aumentando o IDH para 0,418, mas ainda de forma subótima (Figura III.4.4).

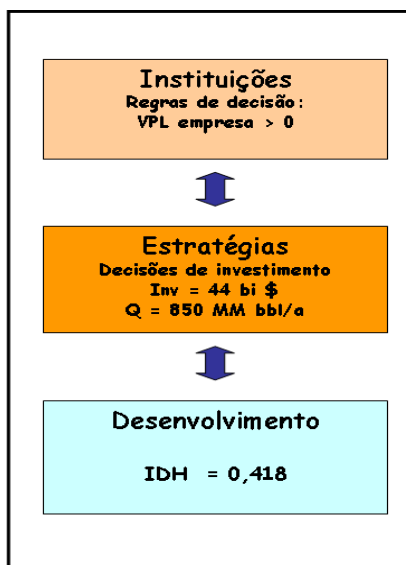


Figura III.4.4: IED - Estágio E2
Fonte: Elaboração própria

Os resultados do modelo de seleção para este nível de produção (Tabela III.4.4) são:

Q= 850 MM bbl/a

I = \$ 44 bi

IDH = 0,418

Fundo Social (FS) = \$ 77 bi

Tabela III.4.4: Estágio 2

Modelo de Seleção de Projetos de Investimentos : Como transformar barris em IDH												
Estágio 2: Análise com gerenciamento de projetos business as usual												
Variáveis decisão			Restrições									
XQagr	0		Qmin	0								
XQbau	1		Imin	44.200								
XQsus	0		Imáx	182.857								
XQinov	1		CO2max	200.000								
XQcpnc	1		Emin	0								
Xj	-		ELDmin	0								
XSAgp	1		Isa min	0,000								
XSAinov	1											
Xk	ver tabela											
Dados do Portfólio de Projetos												
Projetos de Produção de Petróleo								Projetos Sócio Ambientais				
Nj	Xj	Qj	Ij	RSj	CO2j	ELDj	Ej	Nk	Xk	ISAk	GSAk	CEk
-	-	MM bbl/a	MM \$	MM\$/a	M t/a	MM\$/a	E/ano	-	-	isa	\$/hab.ano	\$/isa
1	1,0	50	1.229	2.850	5.000	4.570	7.500	1	1,0	0,025	25	1.000
2	1,0	50	1.400	2.550	5.000	4.510	7.500	2	1,0	0,025	75	3.000
3	1,0	50	1.571	2.250	5.000	4.450	7.500	3	1,0	0,025	125	5.000
4	1,0	50	1.743	1.950	5.000	4.390	7.500	4	1,0	0,025	175	7.000
5	1,0	50	1.914	1.650	5.000	4.330	7.500	5	1,0	0,025	225	9.000
6	1,0	50	2.086	1.350	5.000	4.270	7.500	6	1,0	0,025	275	11.000
7	1,0	50	2.257	1.050	5.000	4.210	7.500	7	1,0	0,025	325	13.000
8	1,0	50	2.429	750	5.000	4.150	7.500	8	1,0	0,025	375	15.000
9	1,0	50	2.600	450	5.000	4.090	7.500	9	1,0	0,025	425	17.000
10	1,0	50	2.771	150	5.000	4.030	7.500	10	1,0	0,025	475	19.000
11	1,0	50	2.943	(150)	5.000	3.970	7.500	11	1,0	0,025	525	21.000
12	1,0	50	3.114	(450)	5.000	3.910	7.500	12	1,0	0,025	575	23.000
13	1,0	50	3.286	(750)	5.000	3.850	7.500	13	1,0	0,025	625	25.000
14	1,0	50	3.457	(1.050)	5.000	3.790	7.500	14	1,0	0,025	675	27.000
15	1,0	50	3.629	(1.350)	5.000	3.730	7.500	15	0,5	0,025	725	29.000
16	1,0	50	3.800	(1.650)	5.000	3.670	7.500	16	0,0	0,025	775	31.000
17	1,0	50	3.971	(1.950)	5.000	3.610	7.500	17	0,0	0,025	825	33.000
18	0,0	50	4.143	(2.250)	5.000	3.550	7.500	18	0,0	0,025	875	35.000
19	0,0	50	4.314	(2.550)	5.000	3.490	7.500	19	0,0	0,025	925	37.000
20	0,0	50	4.486	(2.850)	5.000	3.430	7.500	20	0,0	0,025	975	39.000
21	0,0	50	4.657	(3.150)	5.000	3.370	7.500	21	0,0	0,025	1.025	41.000
22	0,0	50	4.829	(3.450)	5.000	3.310	7.500	22	0,0	0,025	1.075	43.000
23	0,0	50	5.000	(3.750)	5.000	3.250	7.500	23	0,0	0,025	1.125	45.000
24	0,0	50	5.171	(4.050)	5.000	3.190	7.500	24	0,0	0,025	1.175	47.000
25	0,0	50	5.343	(4.350)	5.000	3.130	7.500	25	0,0	0,025	1.225	49.000
26	0,0	50	5.514	(4.650)	5.000	3.070	7.500	26	0,0	0,025	1.275	51.000
27	0,0	50	5.686	(4.950)	5.000	3.010	7.500	27	0,0	0,025	1.325	53.000
28	0,0	50	5.857	(5.250)	5.000	2.950	7.500	28	0,0	0,025	1.375	55.000
29	0,0	50	6.029	(5.550)	5.000	2.890	7.500	29	0,0	0,025	1.425	57.000
30	0,0	50	6.200	(5.850)	5.000	2.830	7.500	30	0,0	0,025	1.475	59.000
31	0,0	50	6.371	(6.150)	5.000	2.770	7.500	31	0,0	0,025	1.525	61.000
32	0,0	50	6.543	(6.450)	5.000	2.710	7.500	32	0,0	0,025	1.575	63.000
33	0,0	50	6.714	(6.750)	5.000	2.650	7.500	33	0,0	0,025	1.625	65.000
34	0,0	50	6.886	(7.050)	5.000	2.590	7.500	34	0,0	0,025	1.675	67.000
35	0,0	50	7.057	(7.350)	5.000	2.530	7.500	35	0,0	0,025	1.725	69.000
36	0,0	50	7.229	(7.650)	5.000	2.470	7.500	36	0,0	0,025	1.775	71.000
37	0,0	50	7.400	(7.950)	5.000	2.410	7.500	37	0,0	0,025	1.825	73.000
38	0,0	50	7.571	(8.250)	5.000	2.350	7.500	38	0,0	0,025	1.875	75.000
39	0,0	50	7.743	(8.550)	5.000	2.290	7.500	39	0,0	0,025	1.925	77.000
40	0,0	50	7.914	(8.850)	5.000	2.230	7.500	40	0,0	0,025	1.975	79.000
Somatório		2.000	182.857	(120.000)	200.000	136.000	300.000	Somatório		1,000	40.000	-
Resultados												
Limites	Q	I	RSpc	CO2	ELD	E	Limites	ISA	GSA	CE		
	MM bbl/a	MM \$	\$/hab.ano	M t/a	MM\$/a	E/ano		isa	\$/hab.ano	\$/isa		
	850	44.200	7.650	85.000	69.530	127.500		0,362	5.235	29.000		
Mínimo	0	44.200	-	-	0	0	Mínimo	0,000	-	-		
Máximo	-	182.857	-	200.000	-	-	Máximo	-	-	-		
Legenda		CE	CDE	CEG	Fundo Social	IDH	RSBpc					
Variável Decisão	Restrição	\$/tCo2	R\$/	\$/E.ano	MM \$	-	\$/hab.ano					
		330,00	2,90	220.000	76.500	0,418	2.415					

Fonte: Elaboração própria

III.4.4 - Estágio 3 : Análise de Projetos sob a ótica da sociedade

Neste estágio introduz-se a análise da geração de riqueza para a sociedade. Os resultados desta análise (Tabela III.4.5) correspondem aos resultados do ganho empresarial (Tabela III.4.4) deduzidas as externalidades.

Tabela III.4.5: Resultado Estágio E3

PRODUÇÃO (MMbbl/a)	RESULTADO (\$/bbl)
250	30,00
500	0,00
750	-30,00
850	-40,00
1.000	-60,00
1.400	-110,00

Fonte: Elaboração própria

Confrontando-se os resultados para a empresa e para a sociedade, fica claro onde ocorre o conflito de interesses entre empresa e sociedade (Figura III.4.5), através dos seguintes casos apresentados no referencial teórico (II.6.1):

- Caso (A) - projeto deve ser aceito, pois é atrativo tanto para a empresa quanto para a sociedade: produção até 500 MMbbl/a;
- Caso (B) - projeto é atrativo para a empresa, mas não para a sociedade: produção entre 500 MMbbl/a e 850 MMbbl/a;
- Caso (D) - projeto deve ser rejeitado, pois é prejudicial tanto para a empresa quanto para a sociedade: produção superior a 850 MMbbl/a.

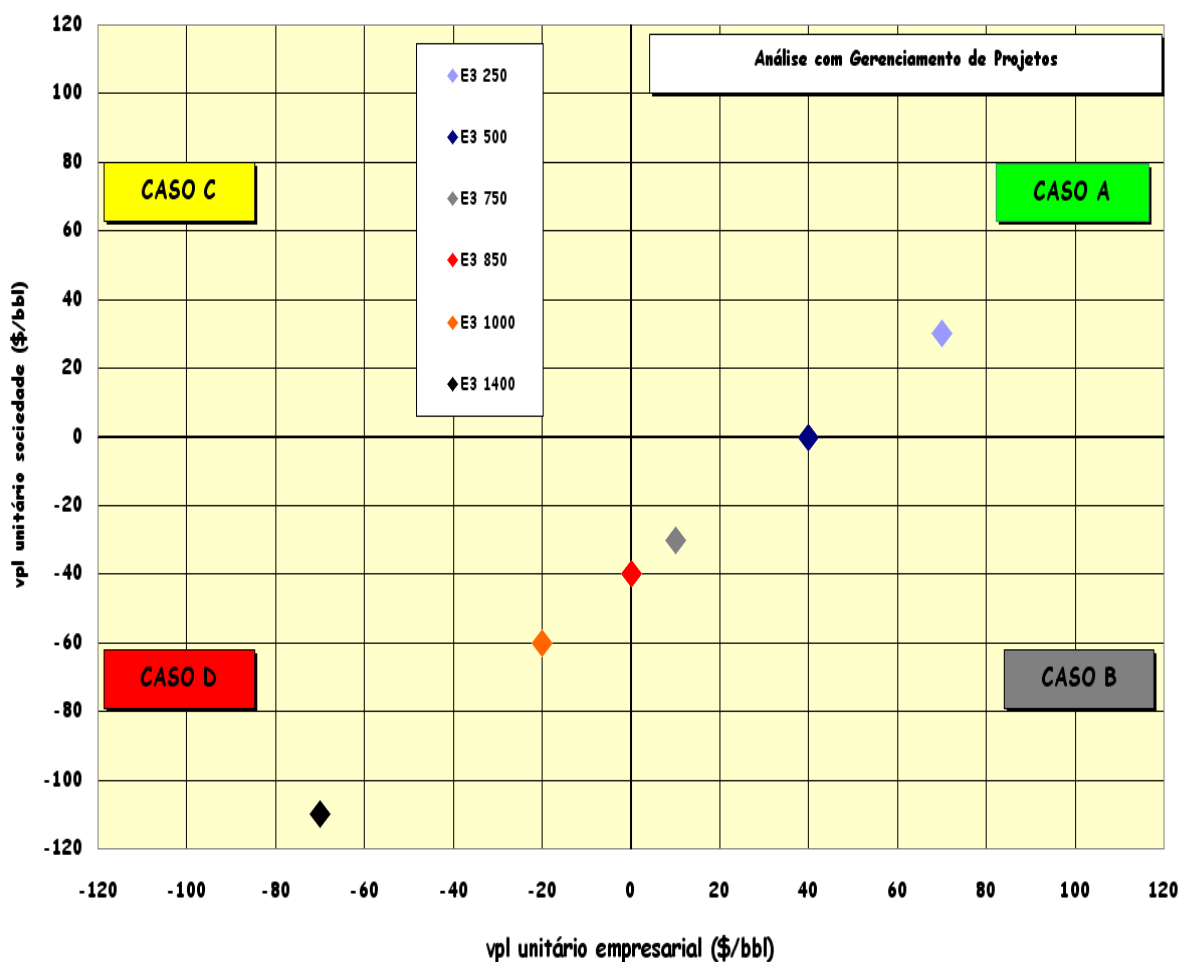


Figura III.4.5: Estágio E3 Conflito de Interesses

Fonte: Elaboração própria

Além disso, há percepções diferentes entre os *stakeholders* quanto aos custos e benefícios decorrentes da implantação dos projetos, conforme ilustrado na Tabela III.4.6 em \$/bbl e na Tabela III.4.7 em MM\$, respectivamente. Para os agentes pertencentes à cadeia produtiva que não internalizam todos os custos, quanto maior a produção maior renda. Já para o resto da sociedade, que arca com as externalidades sem qualquer compensação, aumentos no nível de produção reduzem seu bem-estar. Além do nível socialmente ótimo (500 MM bbl/a), esta perda é maior do que a renda produzida pela extração de petróleo.

Tabela III.4.6: Estágio E3 - Percepções dos stakeholders (\$/bbl)

Produção	Preço	Fundo Social	Produtor	Pagamento Externalidades	Subsídio Contribuinte	Externalidade Social para Comunidade	Externalidade Ambiental para Pescadores
MM bbl/a	\$/bbl	\$/bbl	\$/bbl	\$/bbl	\$/bbl	\$/bbl	\$/bbl
250	100,00	70,00	30,00	0,00	(25,00)	(5,00)	(10,00)
500	100,00	40,00	60,00	0,00	(25,00)	(5,00)	(10,00)
750	100,00	10,00	90,00	0,00	(25,00)	(5,00)	(10,00)
850	100,00	0,00	100,00	0,00	(25,00)	(5,00)	(10,00)
1000	100,00	(20,00)	120,00	0,00	(25,00)	(5,00)	(10,00)
1400	100,00	(70,00)	170,00	0,00	(25,00)	(5,00)	(10,00)

Fonte: Elaboração própria

Tabela III.4.7: Estágio 3 - Percepções dos stakeholders (MM\$/ano)

Produção	Receita	Fundo Social	Produtor	Pagamento Externalidades	Subsídio Contribuinte	Externalidade Social para Comunidade	Externalidade Ambiental para Pescadores
MM bbl/a	MM \$	MM \$	MM \$	MM \$	MM \$	MM \$	MM \$
250	50.000	35.000	15.000	0	(12.500)	(2.500)	(5.000)
500	50.000	20.000	30.000	0	(12.500)	(2.500)	(5.000)
750	50.000	5.000	45.000	0	(12.500)	(2.500)	(5.000)
850	50.000	0	50.000	0	(12.500)	(2.500)	(5.000)
1000	50.000	(10.000)	60.000	0	(12.500)	(2.500)	(5.000)
1400	50.000	(35.000)	85.000	0	(12.500)	(2.500)	(5.000)

Fonte: Elaboração própria

O conflito entre diferentes *stakeholders* pode ser ainda ilustrado no segundo quadrante da Figura III.4.6, que mostra a composição da renda privada, as externalidades e a renda sustentável. Se todas as externalidades forem consideradas, o nível ótimo de produção ocorre para $Q = 500$ MM bbl/a, onde é máxima a renda sustentável, ou seja, preço igual a custo marginal para a sociedade. Caso as externalidades não sejam consideradas, o nível ótimo empresarial se dará para uma produção de $Q = 850$ MM bbl/a.

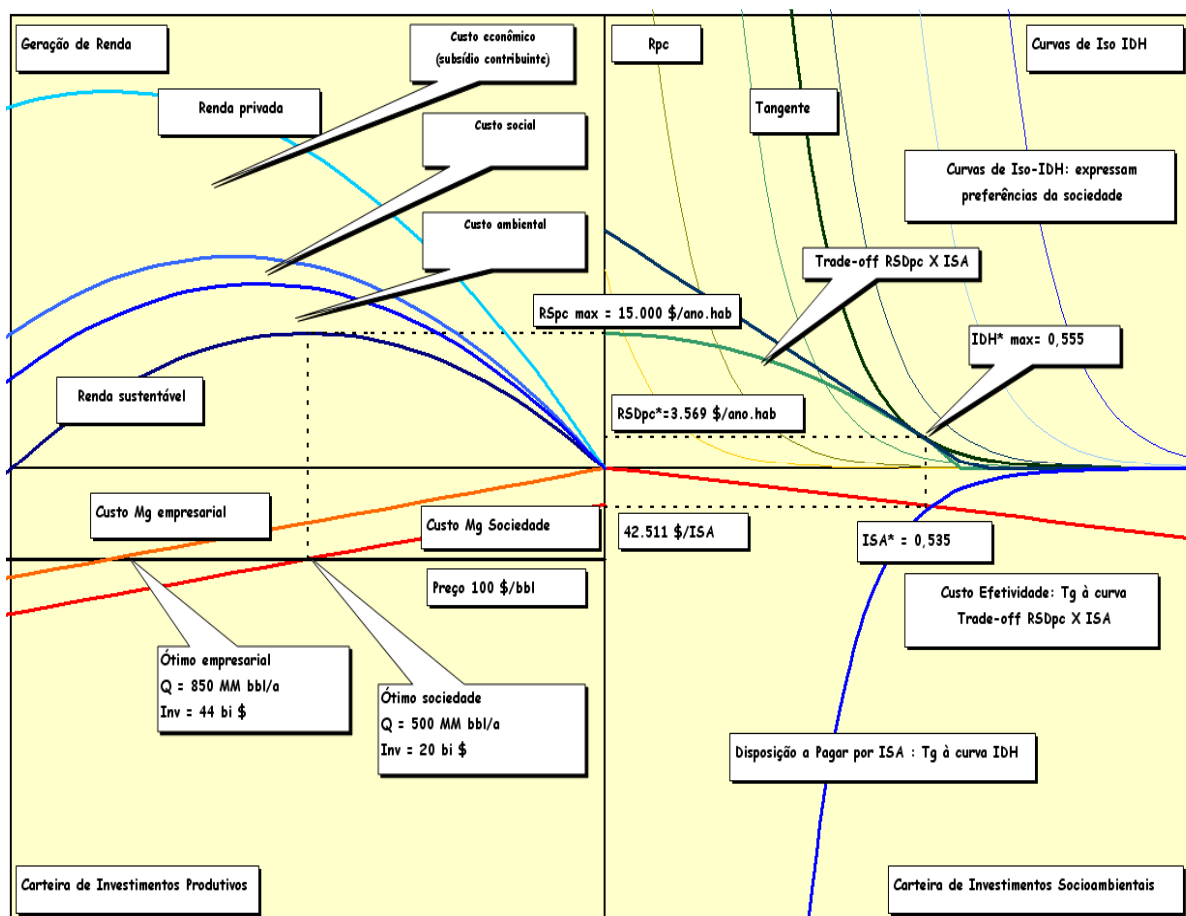


Figura III.4.6: Estágio E3 – Disputa por Renda
Fonte: Elaboração própria

III.4.5 - Estágio 4 : Resolvendo o conflito

Diante dessa situação de conflito entre *stakeholders*, há necessidade de inovação institucional. É interessante observar que, dependendo da regra de decisão que se adote, o projeto torna-se atraente para diferentes grupos de interesse.

Aliás, Douglas North (1990, p. 16) já advertia: “*Institutions are not necessarily [...] socially efficient [...]*”.

Esta inovação institucional pode surgir por parte das corporações - através das práticas de responsabilidade social e ambiental - bem como por parte do Estado na formulação e implementação de políticas públicas, que promovam a coincidência entre o interesse privado e o coletivo.³⁴

Uma política pública adequada, neste caso, seriam os instrumentos econômicos (Taxação de Pigou) que façam com que as empresas considerem as externalidades em suas decisões de produção (Figura III.4.7).

³⁴ Ao analisar a obra de Peter Evans (2004) sobre as condições necessárias para sucesso do Estado na formulação e implementação de políticas coerentes, Fiani (2011) destaca o conceito de autonomia do Estado que:

[...] se encontra diretamente relacionado à sua estrutura interna. Quanto mais a burocracia do Estado se aproximar do tipo ideal de burocracia caracterizado pelo sociólogo e economista alemão Max Weber (1864-1920), maior autonomia ele vai apresentar em relação aos grupos da sociedade em especial em relação às classes, mais poderosas. Sem uma burocracia profissional, recrutada por mérito e com uma remuneração que produza espírito de corporação e senso de valor próprio, a formulação e implementação de políticas coerentes por parte do Estado, assim como a oferta dos bens públicos necessários ao funcionamento do sistema econômico e ao desenvolvimento, tornam-se extraordinariamente difíceis.

Este tipo ideal de burocracia conhecida como burocracia weberiana, e caracterizado por um elevado grau de profissionalismo e preparo técnico no exercício de suas funções. Isso envolve, entre outras características: recrutamento por mérito com um nível de seleção elevado que permita contratar uma elite para o desempenho das funções públicas; remuneração elevada; e incentivos a progressão funcional ao longo da carreira (Fiani, 2011, p. 203).

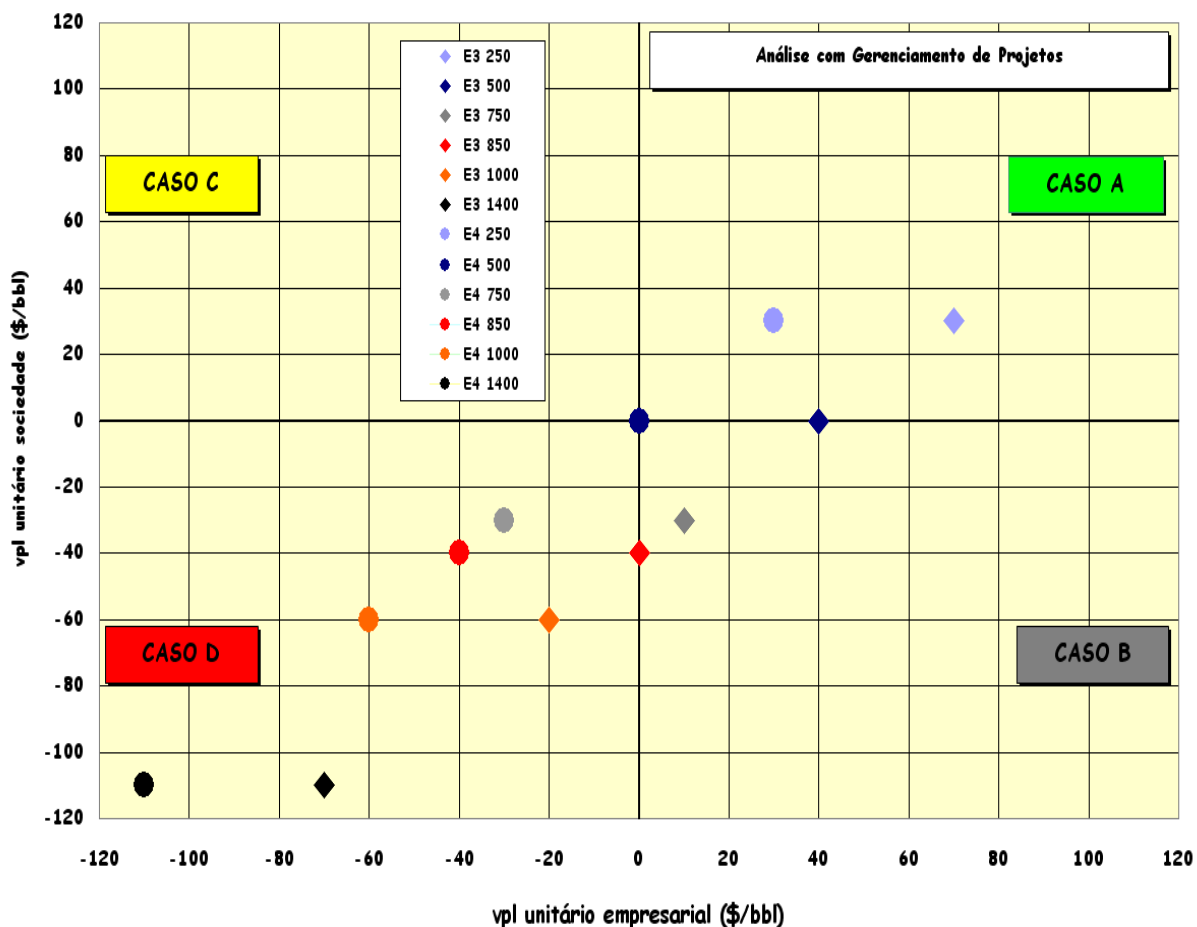


Figura III.4.7: Estágio E4 – Alinhamento de interesses público e privado
Fonte: Elaboração própria

Com a adoção de uma política de taxação da produção em \$40/bbl (suficiente para compensar os *stakeholders* afetados), reduz-se o conflito de interesses entre empresa e sociedade, uma vez que restariam apenas dois casos:

- Caso (A) - projeto deve ser aceito, pois é atrativo tanto para a empresa quanto para a sociedade: produção até 500 MMbbl/a;
- Caso (D) - projeto deve ser rejeitado, pois é prejudicial tanto para a empresa quanto para a sociedade: produção superior a 500 MMbbl/a.

Os custos e benefícios decorrentes da implantação dos projetos estão ilustrados na Tabela III.4.8 em \$/bbl e na Tabela III.4.9 em MM\$, respectivamente.

Tabela III.4.8: Estágio E4 - Percepções dos stakeholders (\$/bbl)

Produção	Preço	Fundo Social	Produtor	Pagamento Externalidades	Subsídio Contribuinte	Externalidade Social para Comunidade	Externalidade Ambiental para Pescadores
MM bbl/a	\$/bbl	\$/bbl	\$/bbl	\$/bbl	\$/bbl	\$/bbl	\$/bbl
250	100,00	30,00	30,00	40,00	0,00	0,00	0,00
500	100,00	0,00	60,00	40,00	0,00	0,00	0,00
750	100,00	(30,00)	90,00	40,00	0,00	0,00	0,00
850	100,00	(40,00)	100,00	40,00	0,00	0,00	0,00
1000	100,00	(60,00)	120,00	40,00	0,00	0,00	0,00
1400	100,00	(110,00)	170,00	40,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Elaboração própria

Tabela III.4.9: Estágio E4 - Percepções dos stakeholders (MM\$/ano)

Produção	Receita	Fundo Social	Produtor	Pagamento Externalidades	Subsídio Contribuinte	Externalidade Social para Comunidade	Externalidade Ambiental para Pescadores
MM bbl/a	MM \$	MM \$	MM \$	MM \$	MM \$	MM \$	MM \$
250	50.000	15.000	15.000	20.000	0	0	0
500	50.000	0	30.000	20.000	0	0	0
750	50.000	(15.000)	45.000	20.000	0	0	0
850	50.000	(20.000)	50.000	20.000	0	0	0
1000	50.000	(30.000)	60.000	20.000	0	0	0
1400	50.000	(55.000)	85.000	20.000	0	0	0

Fonte: Elaboração própria

A Figura III.4.8 apresenta outra forma de visualização dos custos e ganhos para a empresa e a sociedade no terceiro quadrante. Após a internalização das externalidades, a decisão de produção (500 MM bbl/a) se dá quando o preço iguala o custo marginal sustentável em \$ 100 /bbl.

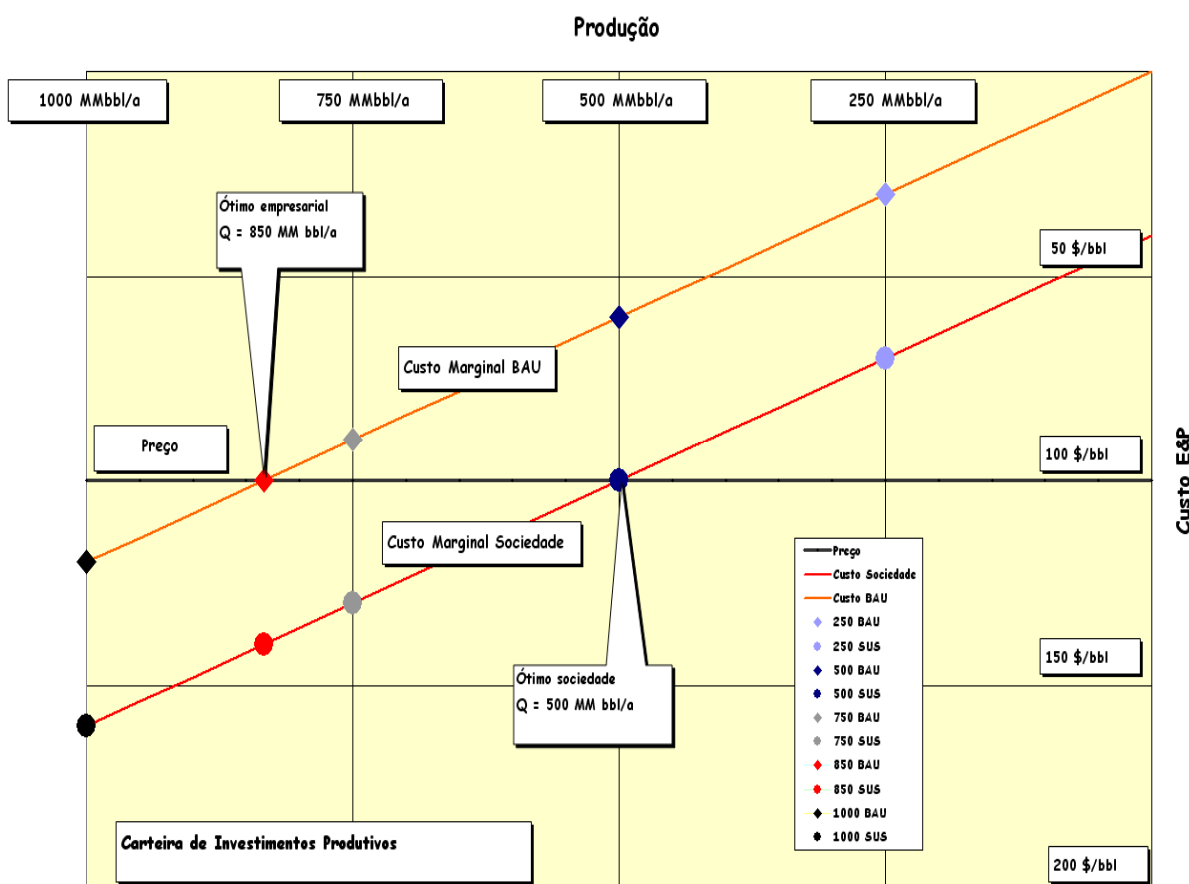


Figura III.4.8: Estágio E4 – Custos Privados e para a Sociedade
Fonte: Elaboração própria

A Tabela II.4.10 apresenta os resultados do modelo de seleção para este nível de produção sustentável:

$Q = 500 \text{ MM bbl/a}$

$I = \$ 20 \text{ bi}$

$IDH = 0,555$

Fundo Social (FS) máximo = \$ 150 bi

Além disso, há externalidades positivas (*spillovers*):

(a) geração de 75.000 empregos anuais, a um custo marginal negativo de \$ 20.000 /empregos.ano, ou seja, há geração de emprego e riqueza, simultaneamente.

(b) economia líquida de divisas de \$ 43 bi/ano, a um custo marginal de R\$ 1,93 /\$, inferior à taxa de câmbio (Ptax) de R\$ 2,00 /\$.

Tabela III.4.10: Estágio 4

Modelo de Seleção de Projetos de Investimentos : Como transformar barris em IDH												
Estágio 4: Análise com gerenciamento de projetos sustentável												
Variáveis decisão				Restrições								
XQagr	0			Qmin	0							
XQbau	0			Imin	0							
XQsus	1			Imáx	182.857							
XQinov	1			CO2max	200.000							
XQcpnc	1			Emin	0							
Xj	-			ELDmin	0							
XSAgp	1			Isa min	0,000							
XSAinov	1											
Xk	ver tabela											
Dados do Portfólio de Projetos												
Projetos de Produção de Petróleo								Projetos Sócio Ambientais				
Nj	Xj	Qj	Ij	RSj	CO2j	ELDj	Ej	Nk	Xk	ISAk	GSAk	CEk
-		MM bbl/a	MM \$	MM\$/a	M t/a	MM\$/a	E/ano	-	-	isa	\$/hab.ano	\$/isa
1	1,0	50	1.229	2.850	5.000	4.570	7.500	1	1,0	0,025	25	1.000
2	1,0	50	1.400	2.550	5.000	4.510	7.500	2	1,0	0,025	75	3.000
3	1,0	50	1.571	2.250	5.000	4.450	7.500	3	1,0	0,025	125	5.000
4	1,0	50	1.743	1.950	5.000	4.390	7.500	4	1,0	0,025	175	7.000
5	1,0	50	1.914	1.650	5.000	4.330	7.500	5	1,0	0,025	225	9.000
6	1,0	50	2.086	1.350	5.000	4.270	7.500	6	1,0	0,025	275	11.000
7	1,0	50	2.257	1.050	5.000	4.210	7.500	7	1,0	0,025	325	13.000
8	1,0	50	2.429	750	5.000	4.150	7.500	8	1,0	0,025	375	15.000
9	1,0	50	2.600	450	5.000	4.090	7.500	9	1,0	0,025	425	17.000
10	1,0	50	2.771	150	5.000	4.030	7.500	10	1,0	0,025	475	19.000
11	0,0	50	2.943	(150)	5.000	3.970	7.500	11	1,0	0,025	525	21.000
12	0,0	50	3.114	(450)	5.000	3.910	7.500	12	1,0	0,025	575	23.000
13	0,0	50	3.286	(750)	5.000	3.850	7.500	13	1,0	0,025	625	25.000
14	0,0	50	3.457	(1.050)	5.000	3.790	7.500	14	1,0	0,025	675	27.000
15	0,0	50	3.629	(1.350)	5.000	3.730	7.500	15	1,0	0,025	725	29.000
16	0,0	50	3.800	(1.650)	5.000	3.670	7.500	16	1,0	0,025	775	31.000
17	0,0	50	3.971	(1.950)	5.000	3.610	7.500	17	1,0	0,025	825	33.000
18	0,0	50	4.143	(2.250)	5.000	3.550	7.500	18	1,0	0,025	875	35.000
19	0,0	50	4.314	(2.550)	5.000	3.490	7.500	19	1,0	0,025	925	37.000
20	0,0	50	4.486	(2.850)	5.000	3.430	7.500	20	1,0	0,025	975	39.000
21	0,0	50	4.657	(3.150)	5.000	3.370	7.500	21	1,0	0,025	1.025	41.000
22	0,0	50	4.829	(3.450)	5.000	3.310	7.500	22	0,4	0,025	1.075	43.000
23	0,0	50	5.000	(3.750)	5.000	3.250	7.500	23	0,0	0,025	1.125	45.000
24	0,0	50	5.171	(4.050)	5.000	3.190	7.500	24	0,0	0,025	1.175	47.000
25	0,0	50	5.343	(4.350)	5.000	3.130	7.500	25	0,0	0,025	1.225	49.000
26	0,0	50	5.514	(4.650)	5.000	3.070	7.500	26	0,0	0,025	1.275	51.000
27	0,0	50	5.686	(4.950)	5.000	3.010	7.500	27	0,0	0,025	1.325	53.000
28	0,0	50	6.657	(5.250)	5.000	2.950	7.500	28	0,0	0,025	1.375	55.000
29	0,0	50	5.229	(5.550)	5.000	2.890	7.500	29	0,0	0,025	1.425	57.000
30	0,0	50	6.200	(5.850)	5.000	2.830	7.500	30	0,0	0,025	1.475	59.000
31	0,0	50	6.371	(6.150)	5.000	2.770	7.500	31	0,0	0,025	1.525	61.000
32	0,0	50	6.543	(6.450)	5.000	2.710	7.500	32	0,0	0,025	1.575	63.000
33	0,0	50	6.714	(6.750)	5.000	2.650	7.500	33	0,0	0,025	1.625	65.000
34	0,0	50	6.886	(7.050)	5.000	2.590	7.500	34	0,0	0,025	1.675	67.000
35	0,0	50	7.057	(7.350)	5.000	2.530	7.500	35	0,0	0,025	1.725	69.000
36	0,0	50	7.229	(7.650)	5.000	2.470	7.500	36	0,0	0,025	1.775	71.000
37	0,0	50	7.400	(7.950)	5.000	2.410	7.500	37	0,0	0,025	1.825	73.000
38	0,0	50	7.571	(8.250)	5.000	2.350	7.500	38	0,0	0,025	1.875	75.000
39	0,0	50	7.743	(8.550)	5.000	2.290	7.500	39	0,0	0,025	1.925	77.000
40	0,0	50	7.914	(8.850)	5.000	2.230	7.500	40	0,0	0,025	1.975	79.000
Somatório		2.000	182.857	(120.000)	200.000	136.000	300.000	Somatório	1,000	40.000	-	
Resultados												
Limites	Q	I	RSpc	CO2	ELD	E	Limites	ISA	GSA	CE		
	MM bbl/a	MM \$	\$/hab.ano	M t/a	MM\$/a	E/ano		isa	\$/hab.ano	\$/isa		
	500	20.000	15.000	50.000	43.000	75.000		0,534	11.431	43.000		
Mínimo	0	0	-	-	0	0	Mínimo	0,000	-	-		
Máximo	-	182.857	-	200.000	-	-	Máximo	-	-	-		
Legenda		CE		CDE	CEG	Fundo Social	IDH	RSBpc				
Variável Decisão	Restrição	\$/tCo2	R\$/	\$/E.ano	MM \$	-	\$/hab.ano					
		30,00	1,93	-20.000	150.000	0,555	3.569					

Fonte: Elaboração própria

III.4.6 - Responsabilidade socioambiental: papel da empresa ou do Estado?

Uma questão recorrente nas discussões sobre responsabilidade social corporativa é quem deve investir, a empresa ou o Estado? Para responder a essa pergunta, seria útil lembrar Coase: informação imperfeita, racionalidade limitada, complexidade, incerteza nas transações e especificidade dos ativos geram custos de transação.

Neste caso, Williamson (1996) destaca a relevância da Estrutura de Governança, sendo a mais adequada aquela que reduz os custos de transação. Observando a Figura III.4.9, a curva original de Custo-Efetividade pode ser entendida como um somatório horizontal das curvas de oferta de projetos socioambientais privados e governamentais. Assim, pode-se ter uma indicação do nível de envolvimento de cada setor, privado ou estatal, em cada situação, em função dos custos de transação de cada estrutura de governança.

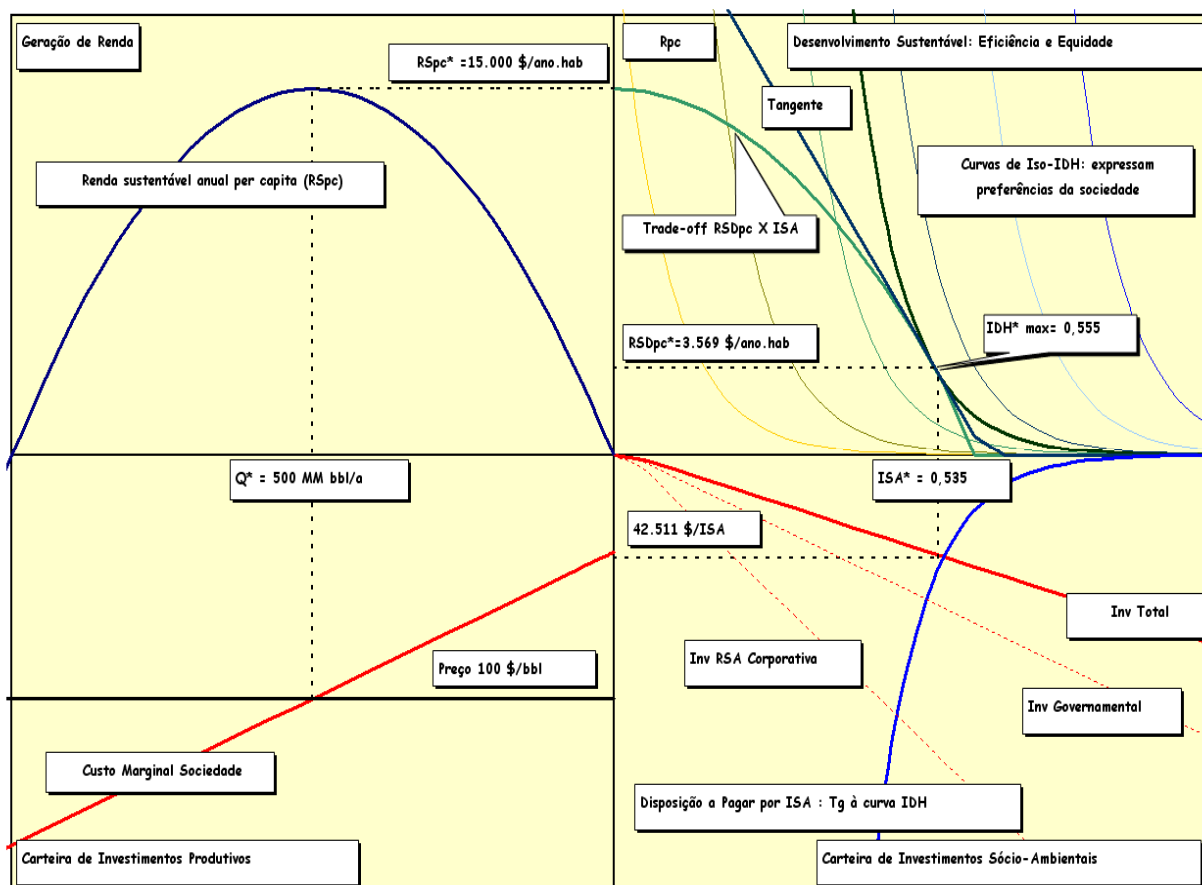


Figura III.4.9: Responsabilidade social corporativa ou governamental?

Fonte: Elaboração própria

III.4.7 – Decisões de Investimento e Políticas Públicas

Como vimos, as decisões de investimento e produção têm efeitos diversos na sociedade: geração de renda, financiamento de projetos socioambientais via Fundo Social, variação no IDH, geração de empregos, economia de divisas, emissões de CO₂ e outras externalidades.

A formulação e implementação de políticas públicas deve considerar os diversos *trade-offs* envolvidos, de modo a aumentar o bem-estar da sociedade. A seguir são apresentados alguns exemplos de políticas públicas e avaliados seus resultados.

III.4.7.1 - Limites exagerados de emissão de CO₂

Vimos anteriormente que a maximização do IDH* = 0,555 ocorre para um nível de emissões de CO₂ de 50 MM t/a. Uma política que limite exageradamente as emissões em 25 MM t/a, sem levar em conta outras alternativas econômicas, traria os seguintes impactos (Tabela III.4.11):

$$Q = 250 \text{ MM bbl/a}$$

$$I = \$ 8 \text{ bi}$$

$$\text{IDH} = 0,492$$

$$\text{Fundo Social (FS)} = \$ 112 \text{ bi}$$

Para alcançar este resultado, introduz-se no modelo a restrição **(III.2.17)**:

$$\text{CO}_2 < \text{CO}_{2\text{max}}$$

Ou seja,

$$\text{CO}_2 < 25 \text{ MM t/a}$$

Convém observar que o custo de oportunidade para reduzir estas emissões (Figura III.4.10) é extremamente elevado (\$ 330 /t CO₂). Seria preferível produzir petróleo e reduzir emissões onde o custo evitado fosse inferior (setor florestal, por exemplo). Além disso, há uma redução do Fundo Social de \$ 150 bi para \$ 112 bi, prejudicando os projetos socioambientais, com reflexos no IDH que cai de 0,555 para 0,492.

Tabela III.4.11: Política com limites exagerados de emissão de CO2

Modelo de Seleção de Projetos de Investimentos : Como transformar barris em IDH												
Política Pública de restrição exagerada de emissão de CO2: 25 MMton/ano												
Variáveis decisão			Restrições									
XQagr	-		Qmin	0								
XQBau	-		Imin	0								
XQsus	-		Imáx	182.857								
XQinov	1		CO2max	25.000								
XQcpnc	1		Emin	0								
Xj	ver tabela		ELDmin	0								
XSAgp	1		Isa min	0,000								
XSAinov	1											
Xk	ver tabela											
Dados do Portfólio de Projetos												
Projetos de Produção de Petróleo								Projetos Sócio Ambientais				
Nj	Xj	Qj	Ij	RSj	CO2j	ELDj	Ej	Nk	Xk	ISAk	GSAk	CEk
-		MM bbl/a	MM \$	MM\$/a	M t/a	MM\$/a	E/ano	-	-	isa	\$/hab.ano	\$/isa
1	1,0	50	1.229	2.850	5.000	4.570	7.500	1	1,0	0,025	25	1.000
2	1,0	50	1.400	2.550	5.000	4.510	7.500	2	1,0	0,025	75	3.000
3	1,0	50	1.571	2.250	5.000	4.450	7.500	3	1,0	0,025	125	5.000
4	1,0	50	1.743	1.950	5.000	4.390	7.500	4	1,0	0,025	175	7.000
5	1,0	50	1.914	1.650	5.000	4.330	7.500	5	1,0	0,025	225	9.000
6	0,0	50	2.086	1.350	5.000	4.270	7.500	6	1,0	0,025	275	11.000
7	0,0	50	2.257	1.050	5.000	4.210	7.500	7	1,0	0,025	325	13.000
8	0,0	50	2.429	750	5.000	4.150	7.500	8	1,0	0,025	375	15.000
9	0,0	50	2.600	450	5.000	4.090	7.500	9	1,0	0,025	425	17.000
10	0,0	50	2.771	150	5.000	4.030	7.500	10	1,0	0,025	475	19.000
11	0,0	50	2.943	(150)	5.000	3.970	7.500	11	1,0	0,025	525	21.000
12	0,0	50	3.114	(450)	5.000	3.910	7.500	12	1,0	0,025	575	23.000
13	0,0	50	3.286	(750)	5.000	3.850	7.500	13	1,0	0,025	625	25.000
14	0,0	50	3.457	(1.050)	5.000	3.790	7.500	14	1,0	0,025	675	27.000
15	0,0	50	3.629	(1.350)	5.000	3.730	7.500	15	1,0	0,025	725	29.000
16	0,0	50	3.800	(1.650)	5.000	3.670	7.500	16	1,0	0,025	775	31.000
17	0,0	50	3.971	(1.950)	5.000	3.610	7.500	17	1,0	0,025	825	33.000
18	0,0	50	4.143	(2.250)	5.000	3.550	7.500	18	1,0	0,025	875	35.000
19	0,0	50	4.314	(2.550)	5.000	3.490	7.500	19	0,3	0,025	925	37.000
20	0,0	50	4.486	(2.850)	5.000	3.430	7.500	20	0,0	0,025	975	39.000
21	0,0	50	4.657	(3.150)	5.000	3.370	7.500	21	0,0	0,025	1.025	41.000
22	0,0	50	4.829	(3.450)	5.000	3.310	7.500	22	0,0	0,025	1.075	43.000
23	0,0	50	5.000	(3.750)	5.000	3.250	7.500	23	0,0	0,025	1.125	45.000
24	0,0	50	5.171	(4.050)	5.000	3.190	7.500	24	0,0	0,025	1.175	47.000
25	0,0	50	5.343	(4.350)	5.000	3.130	7.500	25	0,0	0,025	1.225	49.000
26	0,0	50	5.514	(4.650)	5.000	3.070	7.500	26	0,0	0,025	1.275	51.000
27	0,0	50	5.686	(4.950)	5.000	3.010	7.500	27	0,0	0,025	1.325	53.000
28	0,0	50	5.857	(5.250)	5.000	2.950	7.500	28	0,0	0,025	1.375	55.000
29	0,0	50	6.029	(5.550)	5.000	2.890	7.500	29	0,0	0,025	1.425	57.000
30	0,0	50	6.200	(5.850)	5.000	2.830	7.500	30	0,0	0,025	1.475	59.000
31	0,0	50	6.371	(6.150)	5.000	2.770	7.500	31	0,0	0,025	1.525	61.000
32	0,0	50	6.543	(6.450)	5.000	2.710	7.500	32	0,0	0,025	1.575	63.000
33	0,0	50	6.714	(6.750)	5.000	2.650	7.500	33	0,0	0,025	1.625	65.000
34	0,0	50	6.886	(7.050)	5.000	2.590	7.500	34	0,0	0,025	1.675	67.000
35	0,0	50	7.057	(7.350)	5.000	2.530	7.500	35	0,0	0,025	1.725	69.000
36	0,0	50	7.229	(7.650)	5.000	2.470	7.500	36	0,0	0,025	1.775	71.000
37	0,0	50	7.400	(7.950)	5.000	2.410	7.500	37	0,0	0,025	1.825	73.000
38	0,0	50	7.571	(8.250)	5.000	2.350	7.500	38	0,0	0,025	1.875	75.000
39	0,0	50	7.743	(8.550)	5.000	2.290	7.500	39	0,0	0,025	1.925	77.000
40	0,0	50	7.914	(8.850)	5.000	2.230	7.500	40	0,0	0,025	1.975	79.000
Somatório		2.000	182.857	(120.000)	200.000	136.000	300.000	Somatório	1,000	40.000	-	
Resultados												
Limites	Q	I	RSpc	CO2	ELD	E	Limites	ISA	GSA	CE		
	MM bbl/a	MM \$	\$/hab.ano	M t/a	MM\$/a	E/ano		isa	\$/hab.ano	\$/isa		
	250	7.857	11.250	25.000	22.250	37.500		0,457	8.377	37.000		
Mínimo	0	0	-	-	0	0	Mínimo	0,000	-	-		
Máximo	-	182.857	-	25.000	-	-	Máximo	-	-	-		
Legenda		CE		CDE	CEG	Fundo Social	IDH	RSDpc				
Variável Decisão		\$/tCo2	R\$/	\$/E.ano		MM \$	-	\$/hab.ano				
Restrição		330,00	1,24	-220.000		112.500	0,492	2.873				

Fonte: Elaboração própria

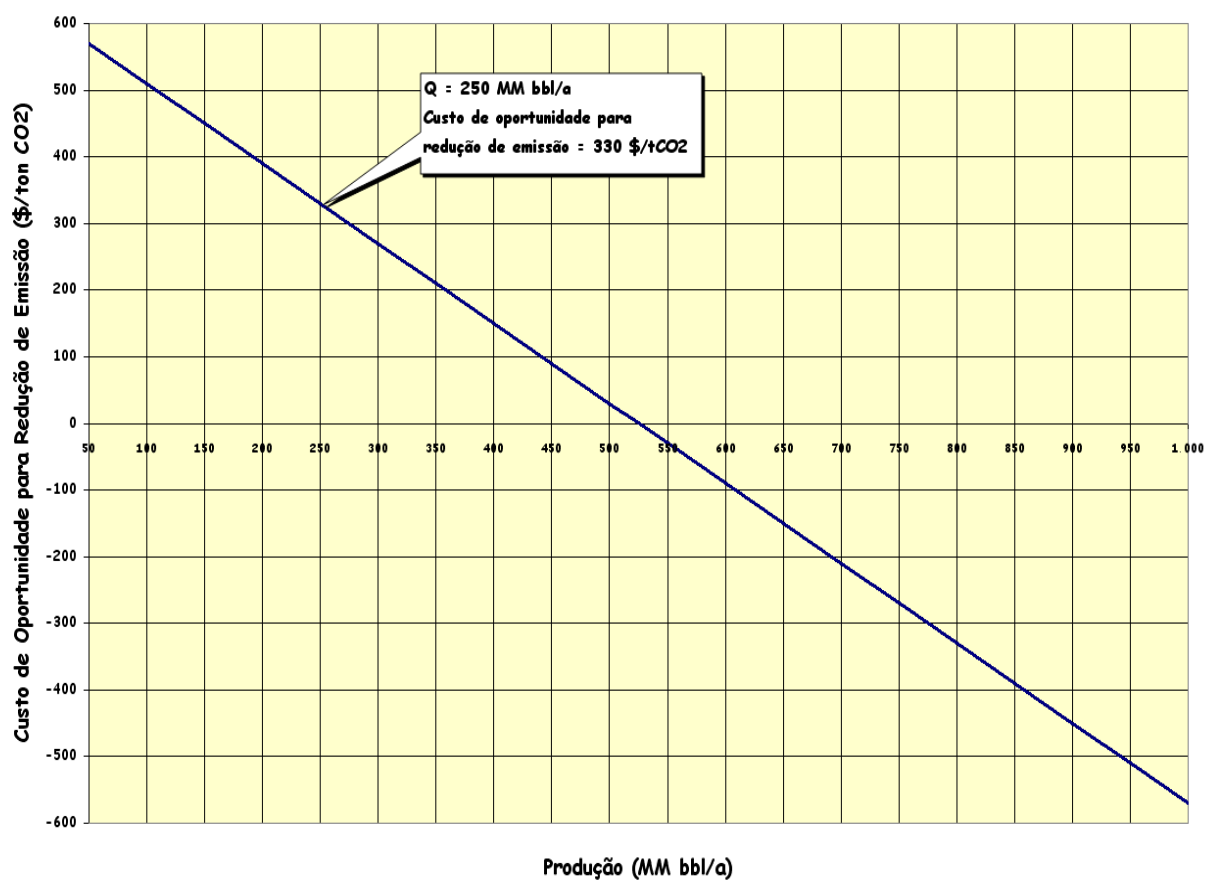


Figura III.4.10: Custo de Oportunidade para Redução de Emissão de CO2
Fonte: Elaboração própria

III.4.7.2 - Metas de produção e investimento a qualquer custo

Vimos também que o nível de produção que maximiza o IDH é de 500 MM bbl/a, para investimentos da ordem de \$ 20 bi. Uma política com metas de produção a qualquer custo (950 MM bbl/a) objetivando o aumento de investimento, geração de emprego e de divisas traria os seguintes impactos (Tabela III.4.12):

Q= 950 MM bbl/a

I = \$ 53 bi

IDH = 0,273

Fundo Social (FS) = \$ 28 bi

Geração 142.500 de empregos anuais

Economia líquida de divisas de \$ 77 bi/ano

Vale destacar, em primeiro lugar, o impacto negativo desta política de queda no IDH para 0,273.

No que se refere à geração de empregos, o custo marginal do emprego gerado é de \$ 340.000 / emprego.ano (Figura III.4.11), muito superior à renda sustentável disponível per capita (RSDpc* = \$ 3.560 / hab.ano). Vale pesquisar se não haveria outro setor na economia mais intensivo em trabalho, se o objetivo, de fato, é gerar emprego.

Além disso, embora haja economia líquida de divisas, seu custo marginal é de R\$ 3,46 /\$, bem superior à taxa de câmbio (Ptax) de R\$ 2,00 /\$ (Figura III.4.12). Assim sendo, esta política não se justificaria do ponto de vista cambial.

Finalmente, há uma redução no Fundo Social de \$ 150 bi para \$ 28 bi, comprometendo o financiamento de projetos socioambientais. A Figura III.4.13 ilustra a variação do Fundo Social (FS) para diferentes níveis de produção.

Tabela III.4.12: Metas de produção e investimento

Modelo de Seleção de Projetos de Investimentos : Como transformar barris em IDH Política Pública com metas de investimento, produção, geração de empregos e de divisas												
Variáveis decisão			Restrições									
XQagr	-		Qmin	950								
XQbau	-		Imin	50.000								
XQsus	-		Imáx	182.857								
XQinov	1		CO2max	200.000								
XQcpnc	1		Emin	140.000								
Xj	ver tabela		ELDmin	75.000								
XSAgp	1		Isa min	0,000								
XSAinov	1											
Xk	ver tabela											
Dados do Portfólio de Projetos												
Nj	Xj	Projetos de Produção de Petróleo						Projetos Sócio Ambientais				
		Qj	Ij	RSj	CO2j	ELDj	Ej	Nk	Xk	ISAk	GSAk	CEk
-	-	MM bbl/a	MM \$	MM\$/a	M t/a	MM\$/a	E/ano	-	-	isa	\$/hab.ano	\$/isa
1	1,0	50	1.229	2.850	5.000	4.570	7.500	1	1,0	0,025	25	1.000
2	1,0	50	1.400	2.550	5.000	4.510	7.500	2	1,0	0,025	75	3.000
3	1,0	50	1.571	2.250	5.000	4.450	7.500	3	1,0	0,025	125	5.000
4	1,0	50	1.743	1.950	5.000	4.390	7.500	4	1,0	0,025	175	7.000
5	1,0	50	1.914	1.650	5.000	4.330	7.500	5	1,0	0,025	225	9.000
6	1,0	50	2.086	1.350	5.000	4.270	7.500	6	1,0	0,025	275	11.000
7	1,0	50	2.257	1.050	5.000	4.210	7.500	7	1,0	0,025	325	13.000
8	1,0	50	2.429	750	5.000	4.150	7.500	8	0,3	0,025	375	15.000
9	1,0	50	2.600	450	5.000	4.090	7.500	9	0,0	0,025	425	17.000
10	1,0	50	2.771	150	5.000	4.030	7.500	10	0,0	0,025	475	19.000
11	1,0	50	2.943	(150)	5.000	3.970	7.500	11	0,0	0,025	525	21.000
12	1,0	50	3.114	(450)	5.000	3.910	7.500	12	0,0	0,025	575	23.000
13	1,0	50	3.286	(750)	5.000	3.850	7.500	13	0,0	0,025	625	25.000
14	1,0	50	3.457	(1.050)	5.000	3.790	7.500	14	0,0	0,025	675	27.000
15	1,0	50	3.629	(1.350)	5.000	3.730	7.500	15	0,0	0,025	725	29.000
16	1,0	50	3.800	(1.650)	5.000	3.670	7.500	16	0,0	0,025	775	31.000
17	1,0	50	3.971	(1.950)	5.000	3.610	7.500	17	0,0	0,025	825	33.000
18	1,0	50	4.143	(2.250)	5.000	3.550	7.500	18	0,0	0,025	875	35.000
19	1,0	50	4.314	(2.550)	5.000	3.490	7.500	19	0,0	0,025	925	37.000
20	0,0	50	4.486	(2.850)	5.000	3.430	7.500	20	0,0	0,025	975	39.000
21	0,0	50	4.657	(3.150)	5.000	3.370	7.500	21	0,0	0,025	1.025	41.000
22	0,0	50	4.829	(3.450)	5.000	3.310	7.500	22	0,0	0,025	1.075	43.000
23	0,0	50	5.000	(3.750)	5.000	3.250	7.500	23	0,0	0,025	1.125	45.000
24	0,0	50	5.171	(4.050)	5.000	3.190	7.500	24	0,0	0,025	1.175	47.000
25	0,0	50	5.343	(4.350)	5.000	3.130	7.500	25	0,0	0,025	1.225	49.000
26	0,0	50	5.514	(4.650)	5.000	3.070	7.500	26	0,0	0,025	1.275	51.000
27	0,0	50	5.686	(4.950)	5.000	3.010	7.500	27	0,0	0,025	1.325	53.000
28	0,0	50	5.857	(5.250)	5.000	2.950	7.500	28	0,0	0,025	1.375	55.000
29	0,0	50	6.029	(5.550)	5.000	2.890	7.500	29	0,0	0,025	1.425	57.000
30	0,0	50	6.200	(5.850)	5.000	2.830	7.500	30	0,0	0,025	1.475	59.000
31	0,0	50	6.371	(6.150)	5.000	2.770	7.500	31	0,0	0,025	1.525	61.000
32	0,0	50	6.543	(6.450)	5.000	2.710	7.500	32	0,0	0,025	1.575	63.000
33	0,0	50	6.714	(6.750)	5.000	2.650	7.500	33	0,0	0,025	1.625	65.000
34	0,0	50	6.886	(7.050)	5.000	2.590	7.500	34	0,0	0,025	1.675	67.000
35	0,0	50	7.057	(7.350)	5.000	2.530	7.500	35	0,0	0,025	1.725	69.000
36	0,0	50	7.229	(7.650)	5.000	2.470	7.500	36	0,0	0,025	1.775	71.000
37	0,0	50	7.400	(7.950)	5.000	2.410	7.500	37	0,0	0,025	1.825	73.000
38	0,0	50	7.571	(8.250)	5.000	2.350	7.500	38	0,0	0,025	1.875	75.000
39	0,0	50	7.743	(8.550)	5.000	2.290	7.500	39	0,0	0,025	1.925	77.000
40	0,0	50	7.914	(8.850)	5.000	2.230	7.500	40	0,0	0,025	1.975	79.000
Somatório		2.000	182.857	(120.000)	200.000	136.000	300.000	Somatório		1,000	40.000	-
Resultados												
Limites	Q	I	RSpc	CO2	ELD	E	Limites	ISA	GSA	CE		
	MM bbl/a	MM \$	\$/hab.ano	M t/a	MM\$/a	E/ano		isa	\$/hab.ano	\$/isa		
	950	52.657	2.850	95.000	76.570	142.500		0,183	1.350	15.000		
Mínimo	950	50.000	-	-	75.000	140.000	Mínimo	0,000	-	-		
Máximo	-	182.857	-	200.000	-	-	Máximo	-	-	-		
Legenda		CE	CDE	CEG	Fundo Social	IDH	RSBpc					
Variável Decisão		\$/tCo2	R\$/	\$/E.ano	MM \$	-	\$/hab.ano					
Restrição		-510,00	3,46	340.000	28.500	0,273	1.500					

Fonte: Elaboração própria

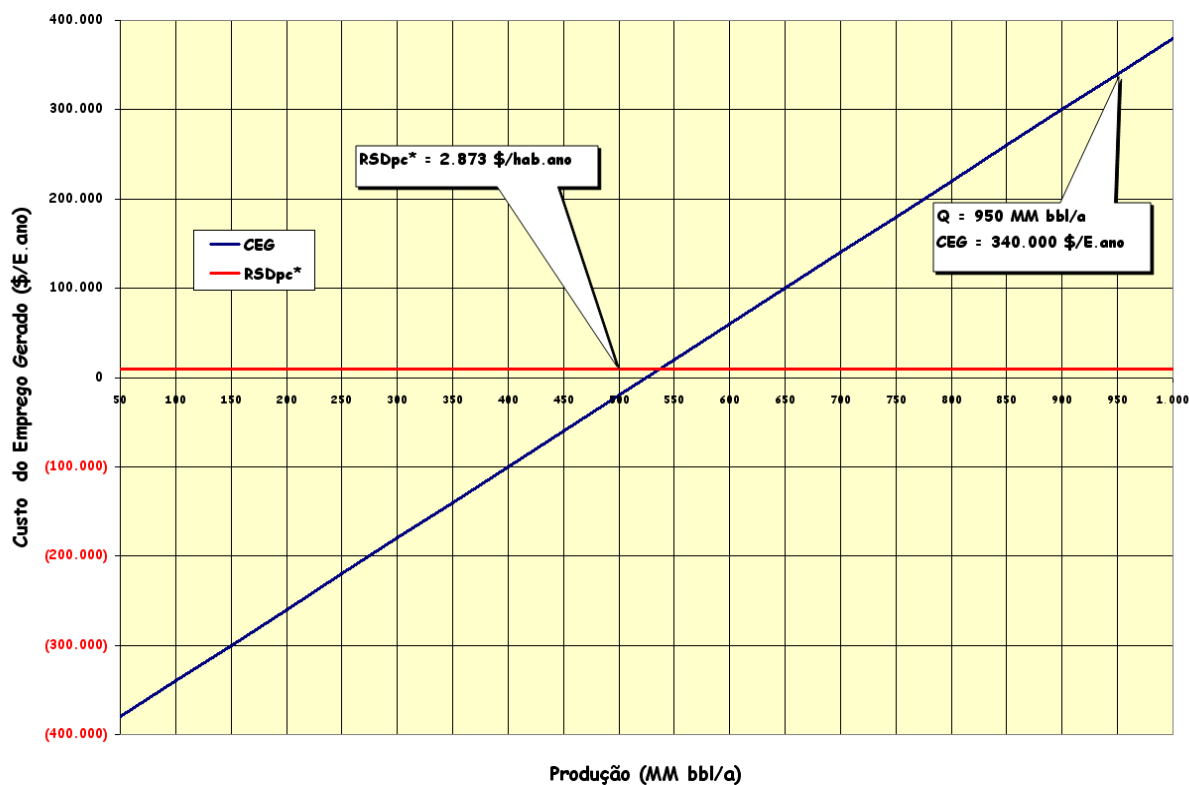


Figura III.4.11: Custo do Emprego Gerado
 Fonte: Elaboração própria

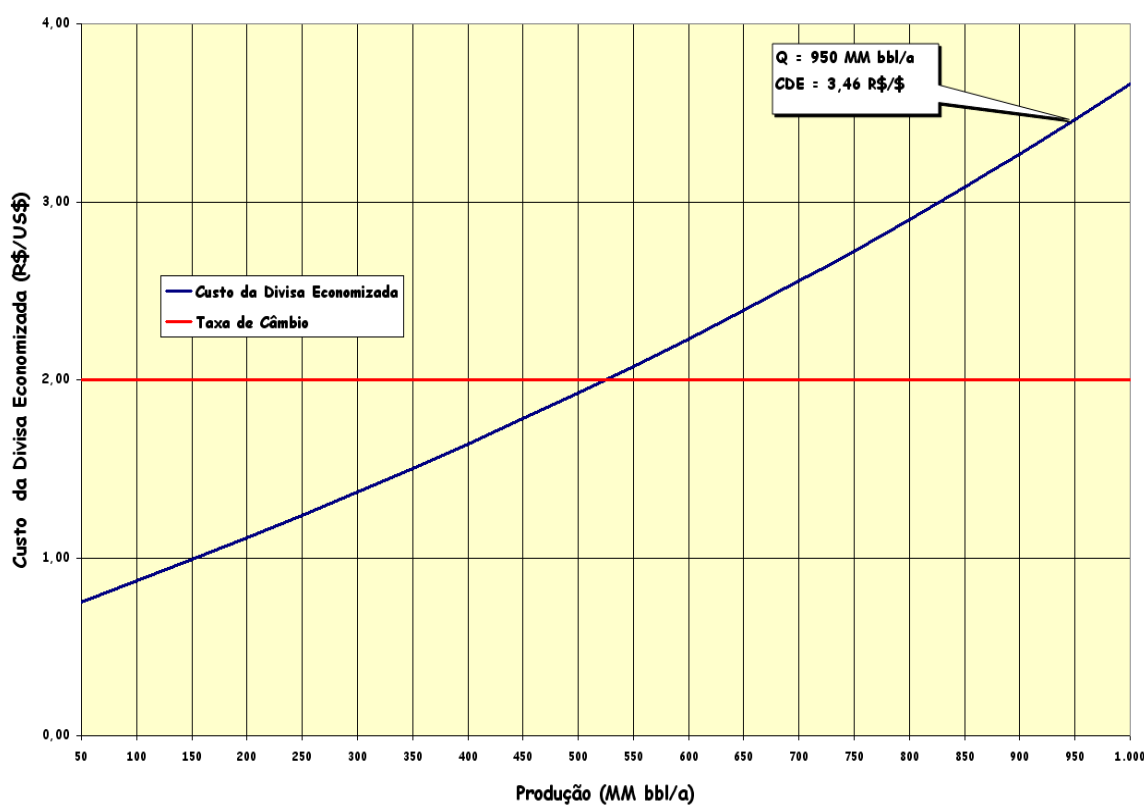


Figura III.4.12: Custo da Divisa Economizada
 Fonte: Elaboração própria

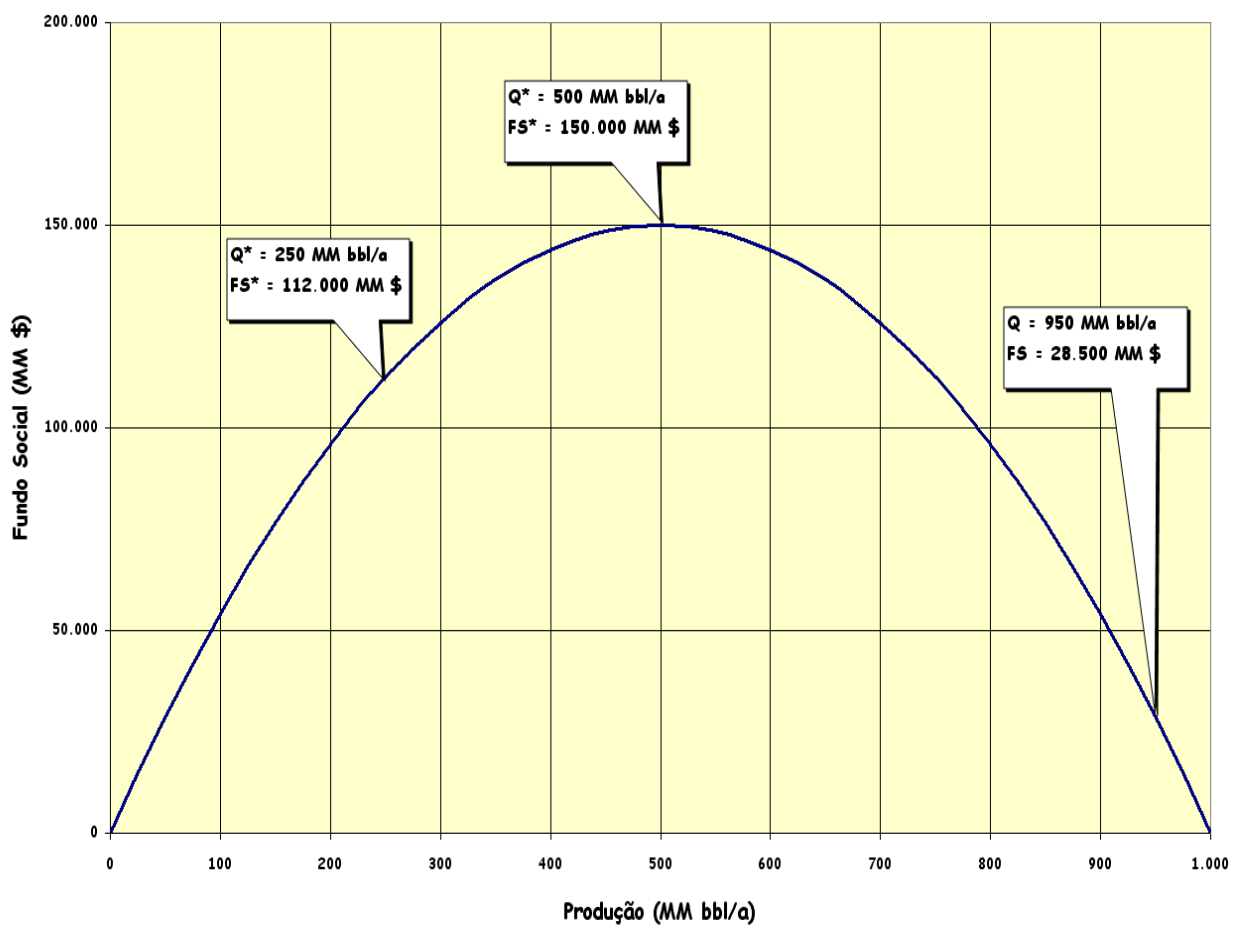


Figura III.4.13: Fundo Social

Fonte: Elaboração própria

III.4.7.3 - Inovação tecnológica e conteúdo nacional competitivo

Os casos apresentados anteriormente supõem a existência das seguintes políticas:

- política de inovações tecnológicas reduzindo os custos de E&P das firmas em 37,5 % (em termos de modelagem, isto corresponde ao valor de $XQ_{inov} = 1$). Isto corresponde a uma redução no gradiente de custo marginal de 0,240 para 0,150 \$ /bbl por MM bbl/a;
- política de conteúdo nacional competitivo com o mercado internacional com redução dos custos domésticos em 20% (em termos de modelagem, isto corresponde ao valor de $XQ_{cpnc} = 1$). Isto corresponde a uma redução no gradiente de custo marginal de 0,150 para 0,120 \$ /bbl por MM bbl/a;

Na situação ótima, de vigência dessas políticas, temos como resultado o IDH = 0,555 (Tabela III.4.13). A partir de agora, analisaremos o impacto de cada uma dessas políticas isoladamente.

Caso a política de conteúdo nacional competitivo com o mercado internacional não prevaleça ($XQ_{cpnc} = 0$) e seja imposto um conteúdo nacional exagerado com sobrepreço no suprimento doméstico em relação ao importado, o IDH cairia para 0,505 (Tabela III.4.14)

Caso também não esteja em vigor a política de inovações tecnológicas ($XQ_{inov} = 0$ e $XQ_{cpnc} = 0$), o IDH cairia para 0,415 (Tabela III.4.15). Isto porque a inovação tecnológica reduz os custos de E&P e aumenta a renda petrolífera.

Tais políticas têm impacto direto na competitividade e na geração de renda. Uma boa visualização desse fenômeno é possível através da análise dos custos marginais de produção, representados no terceiro quadrante do modelo (Figura III.4.14).

- sem política de inovações tecnológicas e sem política de conteúdo nacional competitivo: 0,240 \$ /bbl por MM bbl/a - IDH = 0,415;
- com política de inovações tecnológicas e sem política de conteúdo nacional competitivo: 0,150 \$ /bbl por MM bbl/a - IDH = 0,505;
- com política de inovações tecnológicas e com política de conteúdo nacional competitivo: 0,120 \$ /bbl por MM bbl/a - IDH = 0,555.

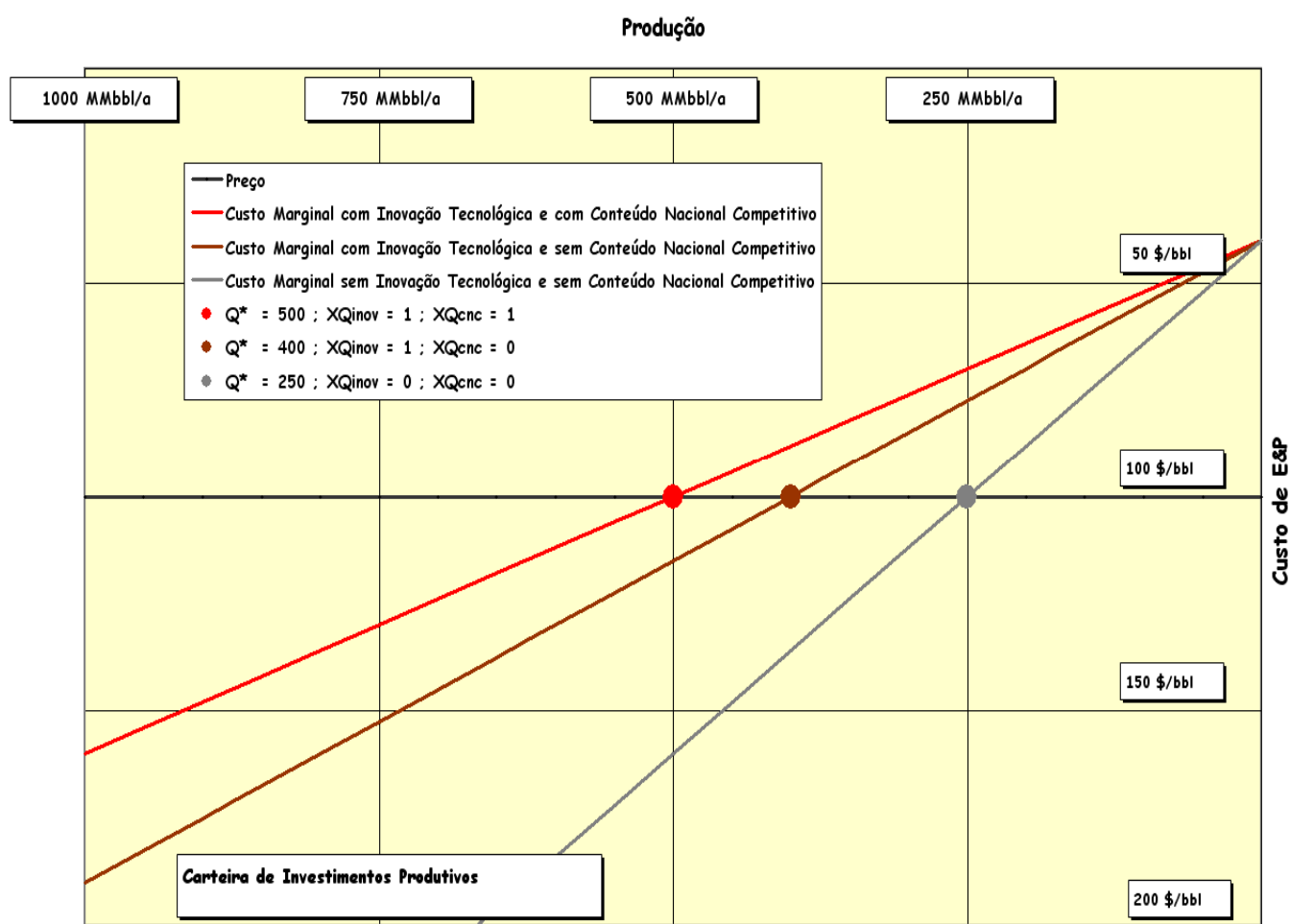


Figura III.4.14: Políticas de inovação, conteúdo nacional competitivo e Custo Marginal
 Fonte: Elaboração própria

Tabela III.4.13: Políticas de inovação tecnológica e conteúdo nacional competitivo

Modelo de Seleção de Projetos de Investimentos : Como transformar barris em IDH Caso com Inovação Tecnológica e com Política de Conteúdo Nacional Competitivo												
Variáveis decisão			Restrições									
XQagr	-		Qmin	0								
XQbau	-		Imin	0								
XQsus	-		Imáx	182.857								
XQinov	1		CO2max	200.000								
XQcpnc	1		Emin	0								
Xj	ver tabela		ELDmin	0								
XSAgp	1		Isa min	0,000								
XSAinov	1											
Xk	ver tabela											
Dados do Portfólio de Projetos												
Nj	Xj	Projetos de Produção de Petróleo						Projetos Sócio Ambientais				
		Qj	Ij	RSj	CO2j	ELDj	Ej	Nk	Xk	ISAk	GSAk	CEk
-	-	MM bbl/a	MM \$	MM\$/a	M t/a	MM\$/a	E/ano	-	-	isa	\$/hab.ano	\$/isa
1	1,0	50	1.229	2.850	5.000	4.570	7.500	1	1,0	0,025	25	1.000
2	1,0	50	1.400	2.550	5.000	4.510	7.500	2	1,0	0,025	75	3.000
3	1,0	50	1.571	2.250	5.000	4.450	7.500	3	1,0	0,025	125	5.000
4	1,0	50	1.743	1.950	5.000	4.390	7.500	4	1,0	0,025	175	7.000
5	1,0	50	1.914	1.650	5.000	4.330	7.500	5	1,0	0,025	225	9.000
6	1,0	50	2.086	1.350	5.000	4.270	7.500	6	1,0	0,025	275	11.000
7	1,0	50	2.257	1.050	5.000	4.210	7.500	7	1,0	0,025	325	13.000
8	1,0	50	2.429	750	5.000	4.150	7.500	8	1,0	0,025	375	15.000
9	1,0	50	2.600	450	5.000	4.090	7.500	9	1,0	0,025	425	17.000
10	1,0	50	2.771	150	5.000	4.030	7.500	10	1,0	0,025	475	19.000
11	0,0	50	2.943	(150)	5.000	3.970	7.500	11	1,0	0,025	525	21.000
12	0,0	50	3.114	(450)	5.000	3.910	7.500	12	1,0	0,025	575	23.000
13	0,0	50	3.286	(750)	5.000	3.850	7.500	13	1,0	0,025	625	25.000
14	0,0	50	3.457	(1.050)	5.000	3.790	7.500	14	1,0	0,025	675	27.000
15	0,0	50	3.629	(1.350)	5.000	3.730	7.500	15	1,0	0,025	725	29.000
16	0,0	50	3.800	(1.650)	5.000	3.670	7.500	16	1,0	0,025	775	31.000
17	0,0	50	3.971	(1.950)	5.000	3.610	7.500	17	1,0	0,025	825	33.000
18	0,0	50	4.143	(2.250)	5.000	3.550	7.500	18	1,0	0,025	875	35.000
19	0,0	50	4.314	(2.550)	5.000	3.490	7.500	19	1,0	0,025	925	37.000
20	0,0	50	4.486	(2.850)	5.000	3.430	7.500	20	1,0	0,025	975	39.000
21	0,0	50	4.657	(3.150)	5.000	3.370	7.500	21	1,0	0,025	1.025	41.000
22	0,0	50	4.829	(3.450)	5.000	3.310	7.500	22	0,4	0,025	1.075	43.000
23	0,0	50	5.000	(3.750)	5.000	3.250	7.500	23	0,0	0,025	1.125	45.000
24	0,0	50	5.171	(4.050)	5.000	3.190	7.500	24	0,0	0,025	1.175	47.000
25	0,0	50	5.343	(4.350)	5.000	3.130	7.500	25	0,0	0,025	1.225	49.000
26	0,0	50	5.514	(4.650)	5.000	3.070	7.500	26	0,0	0,025	1.275	51.000
27	0,0	50	5.686	(4.950)	5.000	3.010	7.500	27	0,0	0,025	1.325	53.000
28	0,0	50	5.857	(5.250)	5.000	2.950	7.500	28	0,0	0,025	1.375	55.000
29	0,0	50	6.029	(5.550)	5.000	2.890	7.500	29	0,0	0,025	1.425	57.000
30	0,0	50	6.200	(5.850)	5.000	2.830	7.500	30	0,0	0,025	1.475	59.000
31	0,0	50	6.371	(6.150)	5.000	2.770	7.500	31	0,0	0,025	1.525	61.000
32	0,0	50	6.543	(6.450)	5.000	2.710	7.500	32	0,0	0,025	1.575	63.000
33	0,0	50	6.714	(6.750)	5.000	2.650	7.500	33	0,0	0,025	1.625	65.000
34	0,0	50	6.886	(7.050)	5.000	2.590	7.500	34	0,0	0,025	1.675	67.000
35	0,0	50	7.057	(7.350)	5.000	2.530	7.500	35	0,0	0,025	1.725	69.000
36	0,0	50	7.229	(7.650)	5.000	2.470	7.500	36	0,0	0,025	1.775	71.000
37	0,0	50	7.400	(7.950)	5.000	2.410	7.500	37	0,0	0,025	1.825	73.000
38	0,0	50	7.571	(8.250)	5.000	2.350	7.500	38	0,0	0,025	1.875	75.000
39	0,0	50	7.743	(8.550)	5.000	2.290	7.500	39	0,0	0,025	1.925	77.000
40	0,0	50	7.914	(8.850)	5.000	2.230	7.500	40	0,0	0,025	1.975	79.000
Somatório		2.000	182.857	(120.000)	200.000	136.000	300.000	Somatório		1,000	40.000	-
Resultados												
Limites	Q	I	RSpc	CO2	ELD	E	Limites	ISA	GSA	CE		
	MM bbl/a	MM \$	\$/hab.ano	M t/a	MM\$/a	E/ano		isa	\$/hab.ano	\$/isa		
Mínimo	500	20.000	15.000	50.000	43.000	75.000	0,534	11.431	43.000			
Máximo	0	0	-	-	0	0	Mínimo	0,000	-	-		
	-	182.857	-	200.000	-	-	Máximo	-	-	-		
Legenda		CE	CDE	CEG	Fundo Social	IDH	RSBpc					
Variável Decisão		\$/tCo2	R\$/	\$/E.ano	MM \$	-	\$/hab.ano					
Restrição		30,00	1,93	-20.000	150.000	0,555	3.569					

Fonte: Elaboração própria

Tabela III.4.14: Política de inovação tecnológica sem conteúdo nacional competitivo

Modelo de Seleção de Projetos de Investimentos : Como transformar barris em IDH Caso com Inovação Tecnológica e sem Política de Conteúdo Nacional Competitivo													
Variáveis decisão				Restrições									
XQagr	-			Qmin	0								
XQbau	-			Imin	0								
XQsus	-			Imáx	182.857								
XQinov	1			CO2max	200.000								
XQcpnc	0			Emin	0								
Xj	ver tabela			ELDmin	0								
XSAgp	1			Isa min	0,000								
XSAinov	1												
Xk	ver tabela												
Dados do Portfólio de Projetos													
Projetos de Produção de Petróleo								Projetos Sócio Ambientais					
Nj	Xj	Qj	Ij	RSj	CO2j	ELDj	Ej	Nk	Xk	ISAk	GSAk	CEk	
-	-	MM bbl/a	MM \$	MM\$/a	M t/a	MM\$/a	E/ano	-	-	isa	\$/hab.ano	\$/isa	
1	1,0	50	1.229	2.813	5.000	4.563	7.500	1	1,0	0,025	25	1.000	
2	1,0	50	1.400	2.438	5.000	4.488	7.500	2	1,0	0,025	75	3.000	
3	1,0	50	1.571	2.063	5.000	4.413	7.500	3	1,0	0,025	125	5.000	
4	1,0	50	1.743	1.688	5.000	4.338	7.500	4	1,0	0,025	175	7.000	
5	1,0	50	1.914	1.313	5.000	4.263	7.500	5	1,0	0,025	225	9.000	
6	1,0	50	2.086	938	5.000	4.188	7.500	6	1,0	0,025	275	11.000	
7	1,0	50	2.257	563	5.000	4.113	7.500	7	1,0	0,025	325	13.000	
8	1,0	50	2.429	188	5.000	4.038	7.500	8	1,0	0,025	375	15.000	
9	0,0	50	2.600	(188)	5.000	3.963	7.500	9	1,0	0,025	425	17.000	
10	0,0	50	2.771	(563)	5.000	3.888	7.500	10	1,0	0,025	475	19.000	
11	0,0	50	2.943	(938)	5.000	3.813	7.500	11	1,0	0,025	525	21.000	
12	0,0	50	3.114	(1.313)	5.000	3.738	7.500	12	1,0	0,025	575	23.000	
13	0,0	50	3.286	(1.688)	5.000	3.663	7.500	13	1,0	0,025	625	25.000	
14	0,0	50	3.457	(2.063)	5.000	3.588	7.500	14	1,0	0,025	675	27.000	
15	0,0	50	3.629	(2.438)	5.000	3.513	7.500	15	1,0	0,025	725	29.000	
16	0,0	50	3.800	(2.813)	5.000	3.438	7.500	16	1,0	0,025	775	31.000	
17	0,0	50	3.971	(3.188)	5.000	3.363	7.500	17	1,0	0,025	825	33.000	
18	0,0	50	4.143	(3.563)	5.000	3.288	7.500	18	1,0	0,025	875	35.000	
19	0,0	50	4.314	(3.938)	5.000	3.213	7.500	19	1,0	0,025	925	37.000	
20	0,0	50	4.486	(4.313)	5.000	3.138	7.500	20	0,0	0,025	975	39.000	
21	0,0	50	4.657	(4.688)	5.000	3.063	7.500	21	0,0	0,025	1.025	41.000	
22	0,0	50	4.829	(5.063)	5.000	2.988	7.500	22	0,0	0,025	1.075	43.000	
23	0,0	50	5.000	(5.438)	5.000	2.913	7.500	23	0,0	0,025	1.125	45.000	
24	0,0	50	5.171	(5.813)	5.000	2.838	7.500	24	0,0	0,025	1.175	47.000	
25	0,0	50	5.343	(6.188)	5.000	2.763	7.500	25	0,0	0,025	1.225	49.000	
26	0,0	50	5.514	(6.563)	5.000	2.688	7.500	26	0,0	0,025	1.275	51.000	
27	0,0	50	5.686	(6.938)	5.000	2.613	7.500	27	0,0	0,025	1.325	53.000	
28	0,0	50	5.857	(7.313)	5.000	2.538	7.500	28	0,0	0,025	1.375	55.000	
29	0,0	50	6.029	(7.688)	5.000	2.463	7.500	29	0,0	0,025	1.425	57.000	
30	0,0	50	6.200	(8.063)	5.000	2.388	7.500	30	0,0	0,025	1.475	59.000	
31	0,0	50	6.371	(8.438)	5.000	2.313	7.500	31	0,0	0,025	1.525	61.000	
32	0,0	50	6.543	(8.813)	5.000	2.238	7.500	32	0,0	0,025	1.575	63.000	
33	0,0	50	6.714	(9.188)	5.000	2.163	7.500	33	0,0	0,025	1.625	65.000	
34	0,0	50	6.886	(9.563)	5.000	2.088	7.500	34	0,0	0,025	1.675	67.000	
35	0,0	50	7.057	(9.938)	5.000	2.013	7.500	35	0,0	0,025	1.725	69.000	
36	0,0	50	7.229	(10.313)	5.000	1.938	7.500	36	0,0	0,025	1.775	71.000	
37	0,0	50	7.400	(10.688)	5.000	1.863	7.500	37	0,0	0,025	1.825	73.000	
38	0,0	50	7.571	(11.063)	5.000	1.788	7.500	38	0,0	0,025	1.875	75.000	
39	0,0	50	7.743	(11.438)	5.000	1.713	7.500	39	0,0	0,025	1.925	77.000	
40	0,0	50	7.914	(11.813)	5.000	1.638	7.500	40	0,0	0,025	1.975	79.000	
Somatório		2.000	182.857	(180.000)	200.000	124.000	300.000	Somatório	1.000	40.000	-		
Resultados													
Limites	Q	I	RSpc	CO2	ELD	E	Limites	ISA	GSA	CE			
	MM bbl/a	MM \$	\$/hab.ano	M t/a	MM\$/a	E/ano		isa	\$/hab.ano	\$/isa			
	400	14.629	12.000	40.000	34.400	60.000		0,475	9.025	37.000			
Mínimo	0	0	-	-	0	0	Mínimo	0,000	-	-			
Máximo	-	182.857	-	200.000	-	-	Máximo	-	-	-			
Legenda		CE		CDE	CEG	Fundo Social	IDH	RSBpc					
Variável Decisão	Restrição	\$/tCo2	R\$/	\$/E.ano	MM \$	-	\$/hab.ano						
		37,50	1,91	-25.000	120.000	0,505	2.975						

Fonte: Elaboração própria

Tabela III.4.15: Sem políticas de inovação tecnológica e de conteúdo nacional competitivo

Modelo de Seleção de Projetos de Investimentos : Como transformar barris em IDH Caso sem Inovação Tecnológica e sem Política de Conteúdo Nacional Competitivo												
Variáveis decisão			Restrições									
XQagr	-		Qmin	0								
XQbau	-		Imin	0								
XQsus	-		Imáx	182.857								
XQinov	0		CO2max	200.000								
XQcpnc	0		Emin	0								
Xj	ver tabela		ELDmin	0								
XSAgp	1		Isa min	0,000								
XSAinov	1											
Xk	ver tabela											
Dados do Portfólio de Projetos												
Projetos de Produção de Petróleo								Projetos Sócio Ambientais				
Nj	Xj	Qj	Ij	RSj	CO2j	ELDj	Ej	Nk	Xk	ISAk	GSAk	CEk
-		MM bbl/a	MM \$	MM\$/a	M t/a	MM\$/a	E/ano	-	-	isa	\$/hab.ano	\$/isa
1	1,0	50	1.229	2.700	5.000	4.540	7.500	1	1,0	0,025	25	1.000
2	1,0	50	1.400	2.100	5.000	4.420	7.500	2	1,0	0,025	75	3.000
3	1,0	50	1.571	1.500	5.000	4.300	7.500	3	1,0	0,025	125	5.000
4	1,0	50	1.743	900	5.000	4.180	7.500	4	1,0	0,025	175	7.000
5	1,0	50	1.914	300	5.000	4.060	7.500	5	1,0	0,025	225	9.000
6	0,0	50	2.086	(300)	5.000	3.940	7.500	6	1,0	0,025	275	11.000
7	0,0	50	2.257	(900)	5.000	3.820	7.500	7	1,0	0,025	325	13.000
8	0,0	50	2.429	(1.500)	5.000	3.700	7.500	8	1,0	0,025	375	15.000
9	0,0	50	2.600	(2.100)	5.000	3.580	7.500	9	1,0	0,025	425	17.000
10	0,0	50	2.771	(2.700)	5.000	3.460	7.500	10	1,0	0,025	475	19.000
11	0,0	50	2.943	(3.300)	5.000	3.340	7.500	11	1,0	0,025	525	21.000
12	0,0	50	3.114	(3.900)	5.000	3.220	7.500	12	1,0	0,025	575	23.000
13	0,0	50	3.286	(4.500)	5.000	3.100	7.500	13	1,0	0,025	625	25.000
14	0,0	50	3.457	(5.100)	5.000	2.980	7.500	14	1,0	0,025	675	27.000
15	0,0	50	3.629	(5.700)	5.000	2.860	7.500	15	0,3	0,025	725	29.000
16	0,0	50	3.800	(6.300)	5.000	2.740	7.500	16	0,0	0,025	775	31.000
17	0,0	50	3.971	(6.900)	5.000	2.620	7.500	17	0,0	0,025	825	33.000
18	0,0	50	4.143	(7.500)	5.000	2.500	7.500	18	0,0	0,025	875	35.000
19	0,0	50	4.314	(8.100)	5.000	2.380	7.500	19	0,0	0,025	925	37.000
20	0,0	50	4.486	(8.700)	5.000	2.260	7.500	20	0,0	0,025	975	39.000
21	0,0	50	4.657	(9.300)	5.000	2.140	7.500	21	0,0	0,025	1.025	41.000
22	0,0	50	4.829	(9.900)	5.000	2.020	7.500	22	0,0	0,025	1.075	43.000
23	0,0	50	5.000	(10.500)	5.000	1.900	7.500	23	0,0	0,025	1.125	45.000
24	0,0	50	5.171	(11.100)	5.000	1.780	7.500	24	0,0	0,025	1.175	47.000
25	0,0	50	5.343	(11.700)	5.000	1.660	7.500	25	0,0	0,025	1.225	49.000
26	0,0	50	5.514	(12.300)	5.000	1.540	7.500	26	0,0	0,025	1.275	51.000
27	0,0	50	5.686	(12.900)	5.000	1.420	7.500	27	0,0	0,025	1.325	53.000
28	0,0	50	5.857	(13.500)	5.000	1.300	7.500	28	0,0	0,025	1.375	55.000
29	0,0	50	5.229	(14.100)	5.000	1.180	7.500	29	0,0	0,025	1.425	57.000
30	0,0	50	6.200	(14.700)	5.000	1.060	7.500	30	0,0	0,025	1.475	59.000
31	0,0	50	6.371	(15.300)	5.000	940	7.500	31	0,0	0,025	1.525	61.000
32	0,0	50	6.543	(15.900)	5.000	820	7.500	32	0,0	0,025	1.575	63.000
33	0,0	50	6.714	(16.500)	5.000	700	7.500	33	0,0	0,025	1.625	65.000
34	0,0	50	6.886	(17.100)	5.000	580	7.500	34	0,0	0,025	1.675	67.000
35	0,0	50	7.057	(17.700)	5.000	460	7.500	35	0,0	0,025	1.725	69.000
36	0,0	50	7.229	(18.300)	5.000	340	7.500	36	0,0	0,025	1.775	71.000
37	0,0	50	7.400	(18.900)	5.000	220	7.500	37	0,0	0,025	1.825	73.000
38	0,0	50	7.571	(19.500)	5.000	100	7.500	38	0,0	0,025	1.875	75.000
39	0,0	50	7.743	(20.100)	5.000	-20	7.500	39	0,0	0,025	1.925	77.000
40	0,0	50	7.914	(20.700)	5.000	-140	7.500	40	0,0	0,025	1.975	79.000
Somatório		2.000	182.857	(360.000)	200.000	88.000	300.000	Somatório	1,000	40.000	-	
Resultados												
Limites	Q	I	RSpc	CO2	ELD	E	Limites	ISA	GSA	CE		
	MM bbl/a	MM \$	\$/hab.ano	M t/a	MM\$/a	E/ano		isa	\$/hab.ano	\$/isa		
	250	7.857	7.500	25.000	21.500	37.500		0,356	5.085	29.000		
Mínimo	0	0	-	-	0	0	Mínimo	0,000	-	-		
Máximo	-	182.857	-	200.000	-	-	Máximo	-	-	-		
Legenda		CE		CDE	CEG	Fundo Social	IDH	RSdpc				
Variável Decisão		\$/tCo2		R\$/	\$/E.ano	MM \$	-	\$/hab.ano				
Restrição		60,00		1,85	-40.000	75.000	0,415	2.415				

Fonte: Elaboração própria

III.4.7.4 - Gerenciamento de projetos e inovação tecnológica socioambiental

No que se refere aos projetos socioambientais, os casos apresentados anteriormente supõem a existência das seguintes políticas:

- Política de gerenciamento de projetos analisados individualmente através do Custo-Efetividade (em termos de modelagem, isto corresponde ao valor de $XSA_{gp} = 1$). É importante ressaltar que neste caso é possível conhecer os custos individualizados por projetos. Caso contrário, a escolha dos projetos seria feita pela média da carteira, o que comprometeria a qualidade da decisão.
- Política de inovações tecnológicas reduzindo os custos dos projetos socioambientais (em termos de modelagem, isto corresponde ao valor de $XSA_{inov} = 1$). São considerados dois padrões de inovação caracterizados pelo coeficiente angular (α) do Custo-Efetividade: sem inovação ($\alpha = \$160.000/ISA^2$ por ano.hab) e com inovação ($\alpha = \$ 80.000/ISA^2$ por ano.hab).

Estas políticas têm impacto direto na competitividade, na geração de renda e conseqüentemente no IDH. Apresentam-se a seguir os parâmetros das equações de Custo-Efetividade dos projetos socioambientais (coeficiente angular α e intercepto β), bem como o IDH resultante para cada uma dessas combinações de políticas:

- Com política de gerenciamento e com inovações tecnológicas:
 $\alpha = \$ 80.000 / ISA^2$ por ano.hab; $\beta = \$ 0 /ISA$ por ano.hab - IDH = 0,555;
- Sem política de gerenciamento e com inovações tecnológicas:
 $\alpha = \$ 0 / ISA^2$ por ano.hab; $\beta = \$ 40.000 /ISA$ por ano.hab - IDH = 0,389;

- Com política de gerenciamento e sem inovações tecnológicas:
 $\alpha = \$ 160.000 / \text{ISA}^2$ por ano.hab; $\beta = \$ 0 / \text{ISA}$ por ano.hab - IDH = 0,453;
- Sem política de gerenciamento e sem inovações tecnológicas:
 $\alpha = \$ 0 / \text{ISA}^2$ por ano.hab; $\beta = \$ 80.000 / \text{ISA}$ por ano.hab - IDH = 0,301.

A seguir, para cada uma dessas combinações de políticas são apresentadas as curvas de Custo-Efetividade dos projetos socioambientais (Figura III.4.15), bem como os resultados do modelo em termos de IDH (Tabelas III.4.16 a III.4.19).

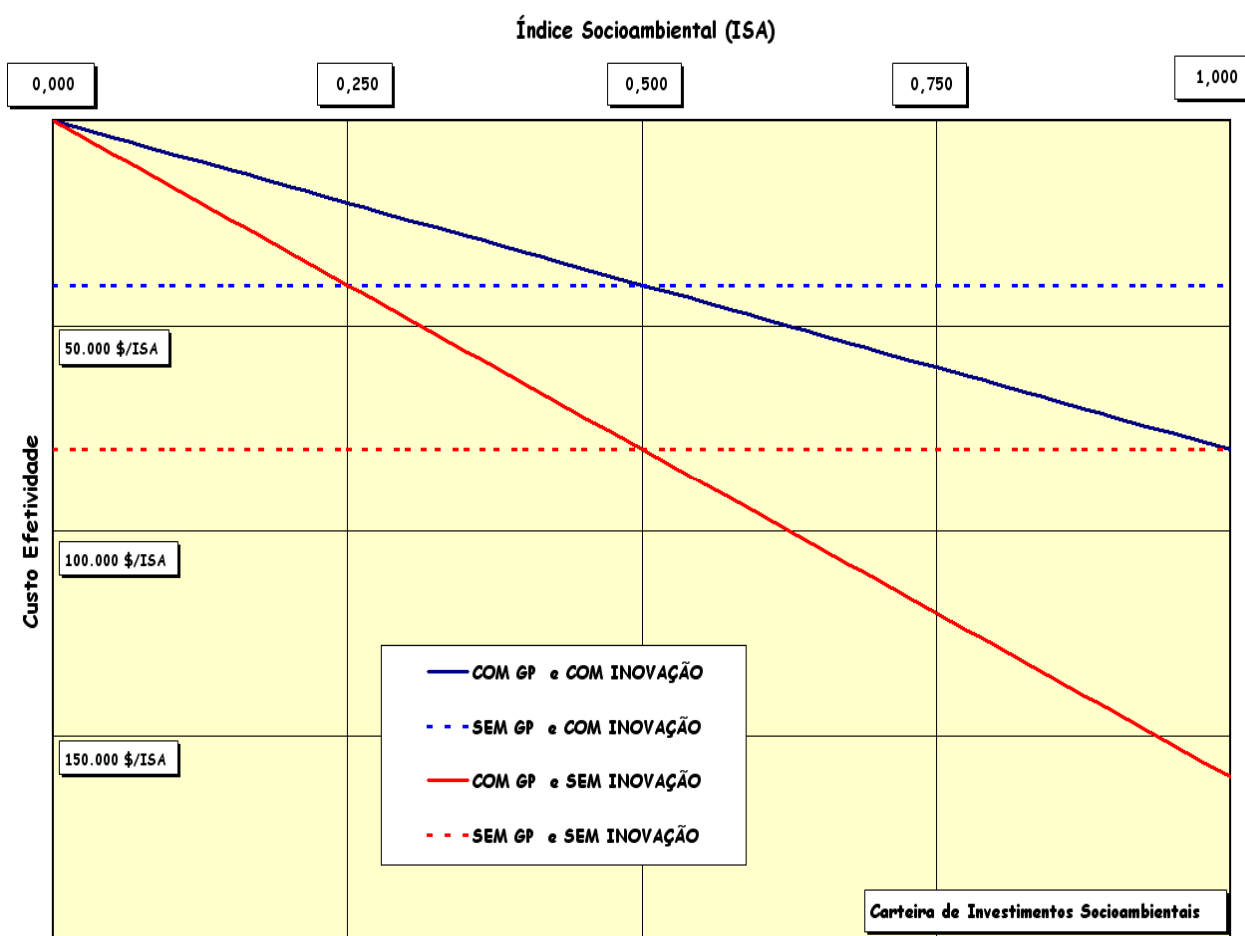


Figura III.4.15: Políticas Governamentais e Custo-Efetividade
 Fonte: Elaboração própria

Tabela III.4.16: Com política de gerenciamento de projetos e com inovações tecnológicas

Modelo de Seleção de Projetos de Investimentos : Como transformar barris em IDH Caso com Gerenciamento de Projetos e com Inovação Tecnológica Socio Ambiental												
Variáveis decisão			Restrições									
XQagr	-		Qmin	0								
XQbau	-		Imin	0								
XQsus	-		Imáx	182.857								
XQinov	1		CO2max	200.000								
XQcpnc	1		Emin	0								
Xj	ver tabela		ELDmin	0								
XSAgp	1		Isa min	0,000								
XSAinov	1											
Xk	ver tabela											
Dados do Portfólio de Projetos												
Projetos de Produção de Petróleo								Projetos Sócio Ambientais				
Nj	Xj	Qj	Ij	RSj	CO2j	ELDj	Ej	Nk	Xk	ISAk	GSAk	CEk
-	-	MM bbl/a	MM \$	MM\$/a	M t/a	MM\$/a	E/ano	-	-	isa	\$/hab.ano	\$/isa
1	1,0	50	1.229	2.850	5.000	4.570	7.500	1	1,0	0,025	25	1.000
2	1,0	50	1.400	2.550	5.000	4.510	7.500	2	1,0	0,025	75	3.000
3	1,0	50	1.571	2.250	5.000	4.450	7.500	3	1,0	0,025	125	5.000
4	1,0	50	1.743	1.950	5.000	4.390	7.500	4	1,0	0,025	175	7.000
5	1,0	50	1.914	1.650	5.000	4.330	7.500	5	1,0	0,025	225	9.000
6	1,0	50	2.086	1.350	5.000	4.270	7.500	6	1,0	0,025	275	11.000
7	1,0	50	2.257	1.050	5.000	4.210	7.500	7	1,0	0,025	325	13.000
8	1,0	50	2.429	750	5.000	4.150	7.500	8	1,0	0,025	375	15.000
9	1,0	50	2.600	450	5.000	4.090	7.500	9	1,0	0,025	425	17.000
10	1,0	50	2.771	150	5.000	4.030	7.500	10	1,0	0,025	475	19.000
11	0,0	50	2.943	(150)	5.000	3.970	7.500	11	1,0	0,025	525	21.000
12	0,0	50	3.114	(450)	5.000	3.910	7.500	12	1,0	0,025	575	23.000
13	0,0	50	3.286	(750)	5.000	3.850	7.500	13	1,0	0,025	625	25.000
14	0,0	50	3.457	(1.050)	5.000	3.790	7.500	14	1,0	0,025	675	27.000
15	0,0	50	3.629	(1.350)	5.000	3.730	7.500	15	1,0	0,025	725	29.000
16	0,0	50	3.800	(1.650)	5.000	3.670	7.500	16	1,0	0,025	775	31.000
17	0,0	50	3.971	(1.950)	5.000	3.610	7.500	17	1,0	0,025	825	33.000
18	0,0	50	4.143	(2.250)	5.000	3.550	7.500	18	1,0	0,025	875	35.000
19	0,0	50	4.314	(2.550)	5.000	3.490	7.500	19	1,0	0,025	925	37.000
20	0,0	50	4.486	(2.850)	5.000	3.430	7.500	20	1,0	0,025	975	39.000
21	0,0	50	4.657	(3.150)	5.000	3.370	7.500	21	1,0	0,025	1.025	41.000
22	0,0	50	4.829	(3.450)	5.000	3.310	7.500	22	0,4	0,025	1.075	43.000
23	0,0	50	5.000	(3.750)	5.000	3.250	7.500	23	0,0	0,025	1.125	45.000
24	0,0	50	5.171	(4.050)	5.000	3.190	7.500	24	0,0	0,025	1.175	47.000
25	0,0	50	5.343	(4.350)	5.000	3.130	7.500	25	0,0	0,025	1.225	49.000
26	0,0	50	5.514	(4.650)	5.000	3.070	7.500	26	0,0	0,025	1.275	51.000
27	0,0	50	5.686	(4.950)	5.000	3.010	7.500	27	0,0	0,025	1.325	53.000
28	0,0	50	5.857	(5.250)	5.000	2.950	7.500	28	0,0	0,025	1.375	55.000
29	0,0	50	5.229	(5.550)	5.000	2.890	7.500	29	0,0	0,025	1.425	57.000
30	0,0	50	6.200	(5.850)	5.000	2.830	7.500	30	0,0	0,025	1.475	59.000
31	0,0	50	6.371	(6.150)	5.000	2.770	7.500	31	0,0	0,025	1.525	61.000
32	0,0	50	6.543	(6.450)	5.000	2.710	7.500	32	0,0	0,025	1.575	63.000
33	0,0	50	6.714	(6.750)	5.000	2.650	7.500	33	0,0	0,025	1.625	65.000
34	0,0	50	6.886	(7.050)	5.000	2.590	7.500	34	0,0	0,025	1.675	67.000
35	0,0	50	7.057	(7.350)	5.000	2.530	7.500	35	0,0	0,025	1.725	69.000
36	0,0	50	7.229	(7.650)	5.000	2.470	7.500	36	0,0	0,025	1.775	71.000
37	0,0	50	7.400	(7.950)	5.000	2.410	7.500	37	0,0	0,025	1.825	73.000
38	0,0	50	7.571	(8.250)	5.000	2.350	7.500	38	0,0	0,025	1.875	75.000
39	0,0	50	7.743	(8.550)	5.000	2.290	7.500	39	0,0	0,025	1.925	77.000
40	0,0	50	7.914	(8.850)	5.000	2.230	7.500	40	0,0	0,025	1.975	79.000
Somatório		2.000	182.857	(120.000)	200.000	136.000	300.000	Somatório		1,000	40.000	-
Resultados												
Limites	Q	I	RSpc	CO2	ELD	E	Limites	ISA	GSA	CE		
	MM bbl/a	MM \$	\$/hab.ano	M t/a	MM\$/a	E/ano		isa	\$/hab.ano	\$/isa		
	500	20.000	15.000	50.000	43.000	75.000	0,534	11.431	43.000			
Mínimo	0	0	-	-	0	0	Mínimo	0,000	-	-		
Máximo	-	182.857	-	200.000	-	-	Máximo	-	-	-		
Legenda		CE		CDE	CEG	Fundo Social	IDH	RSDpc				
Variável Decisão		\$/tCo2		R\$/	\$/E.ano	MM \$	-	\$/hab.ano				
Restrição		30,00		1,93	-20.000	150.000	0,555	3.569				

Fonte: Elaboração própria

Tabela III.4.17: Sem política de gerenciamento de projetos e com inovações tecnológicas

Modelo de Seleção de Projetos de Investimentos : Como transformar barris em IDH Caso sem Gerenciamento de Projetos e com Inovação Tecnológica Socio Ambiental													
Variáveis decisão				Restrições									
XQagr	-			Qmin	0								
XQbau	-			Imin	0								
XQsus	-			Imáx	182.857								
XQinov	1			CO2max	200.000								
XQcpnc	1			Emin	0								
Xj	ver tabela			ELDmin	0								
XSAgp	0			Isa min	0,000								
XSAinov	1												
Xk	ver tabela												
Dados do Portfólio de Projetos													
Projetos de Produção de Petróleo								Projetos Sócio Ambientais					
Nj	Xj	Qj	Ij	RSj	CO2j	ELDj	Ej	Nk	Xk	ISAk	GSAk	CEk	
-	-	MM bbl/a	MM \$	MM\$/a	M t/a	MM\$/a	E/ano	-	-	isa	\$/hab.ano	\$/isa	
1	1,0	50	1.229	2.850	5.000	4.570	7.500	1	0,0	0,025	1.000	40.000	
2	1,0	50	1.400	2.550	5.000	4.510	7.500	2	0,4	0,025	1.000	40.000	
3	1,0	50	1.571	2.250	5.000	4.450	7.500	3	0,0	0,025	1.000	40.000	
4	1,0	50	1.743	1.950	5.000	4.390	7.500	4	1,0	0,025	1.000	40.000	
5	1,0	50	1.914	1.650	5.000	4.330	7.500	5	1,0	0,025	1.000	40.000	
6	1,0	50	2.086	1.350	5.000	4.270	7.500	6	1,0	0,025	1.000	40.000	
7	1,0	50	2.257	1.050	5.000	4.210	7.500	7	1,0	0,025	1.000	40.000	
8	1,0	50	2.429	750	5.000	4.150	7.500	8	1,0	0,025	1.000	40.000	
9	1,0	50	2.600	450	5.000	4.090	7.500	9	1,0	0,025	1.000	40.000	
10	1,0	50	2.771	150	5.000	4.030	7.500	10	1,0	0,025	1.000	40.000	
11	0,0	50	2.943	(150)	5.000	3.970	7.500	11	1,0	0,025	1.000	40.000	
12	0,0	50	3.114	(450)	5.000	3.910	7.500	12	1,0	0,025	1.000	40.000	
13	0,0	50	3.286	(750)	5.000	3.850	7.500	13	1,0	0,025	1.000	40.000	
14	0,0	50	3.457	(1.050)	5.000	3.790	7.500	14	1,0	0,025	1.000	40.000	
15	0,0	50	3.629	(1.350)	5.000	3.730	7.500	15	0,0	0,025	1.000	40.000	
16	0,0	50	3.800	(1.650)	5.000	3.670	7.500	16	0,0	0,025	1.000	40.000	
17	0,0	50	3.971	(1.950)	5.000	3.610	7.500	17	0,0	0,025	1.000	40.000	
18	0,0	50	4.143	(2.250)	5.000	3.550	7.500	18	0,0	0,025	1.000	40.000	
19	0,0	50	4.314	(2.550)	5.000	3.490	7.500	19	0,0	0,025	1.000	40.000	
20	0,0	50	4.486	(2.850)	5.000	3.430	7.500	20	0,0	0,025	1.000	40.000	
21	0,0	50	4.657	(3.150)	5.000	3.370	7.500	21	0,0	0,025	1.000	40.000	
22	0,0	50	4.829	(3.450)	5.000	3.310	7.500	22	0,0	0,025	1.000	40.000	
23	0,0	50	5.000	(3.750)	5.000	3.250	7.500	23	0,0	0,025	1.000	40.000	
24	0,0	50	5.171	(4.050)	5.000	3.190	7.500	24	0,0	0,025	1.000	40.000	
25	0,0	50	5.343	(4.350)	5.000	3.130	7.500	25	0,0	0,025	1.000	40.000	
26	0,0	50	5.514	(4.650)	5.000	3.070	7.500	26	0,0	0,025	1.000	40.000	
27	0,0	50	5.686	(4.950)	5.000	3.010	7.500	27	0,0	0,025	1.000	40.000	
28	0,0	50	6.657	(5.250)	5.000	2.950	7.500	28	0,0	0,025	1.000	40.000	
29	0,0	50	5.229	(5.550)	5.000	2.890	7.500	29	0,0	0,025	1.000	40.000	
30	0,0	50	6.200	(5.850)	5.000	2.830	7.500	30	0,0	0,025	1.000	40.000	
31	0,0	50	6.371	(6.150)	5.000	2.770	7.500	31	0,0	0,025	1.000	40.000	
32	0,0	50	6.543	(6.450)	5.000	2.710	7.500	32	0,0	0,025	1.000	40.000	
33	0,0	50	6.714	(6.750)	5.000	2.650	7.500	33	0,0	0,025	1.000	40.000	
34	0,0	50	6.886	(7.050)	5.000	2.590	7.500	34	0,0	0,025	1.000	40.000	
35	0,0	50	7.057	(7.350)	5.000	2.530	7.500	35	0,0	0,025	1.000	40.000	
36	0,0	50	7.229	(7.650)	5.000	2.470	7.500	36	0,0	0,025	1.000	40.000	
37	0,0	50	7.400	(7.950)	5.000	2.410	7.500	37	0,0	0,025	1.000	40.000	
38	0,0	50	7.571	(8.250)	5.000	2.350	7.500	38	0,0	0,025	1.000	40.000	
39	0,0	50	7.743	(8.550)	5.000	2.290	7.500	39	0,0	0,025	1.000	40.000	
40	0,0	50	7.914	(8.850)	5.000	2.230	7.500	40	0,0	0,025	1.000	40.000	
Somatório		2.000	182.857	(120.000)	200.000	136.000	300.000	Somatório	1,000	40.000	-	-	
Resultados													
Limites	Q	I	RSpc	CO2	ELD	E	Limites	ISA	GSA	CE			
	MM bbl/a	MM \$	\$/hab.ano	M t/a	MM\$/a	E/ano		isa	\$/hab.ano	\$/isa			
	500	20.000	15.000	50.000	43.000	75.000		0,286	11.431	40.000			
Mínimo	0	0	-	-	0	0	Mínimo	0,000	-	-			
Máximo	-	182.857	-	200.000	-	-	Máximo	-	-	-			
Legenda				CE	CDE	CEG	Fundo Social	IDH	RSdpc				
Variável Decisão				\$/tCo2	R\$/	\$/E.ano	MM \$	-	\$/hab.ano				
Restrição				30,00	1,93	-20.000	150.000	0,389	3.569				

Fonte: Elaboração própria

Tabela III.4.18: Com política de gerenciamento de projetos e sem inovações tecnológicas

Modelo de Seleção de Projetos de Investimentos : Como transformar barris em IDH Caso com Gerenciamento de Projetos e sem Inovação Tecnológica Socio Ambiental												
Variáveis decisão			Restrições									
XQagr	-		Qmin	0								
XQbau	-		Imin	0								
XQsus	-		Imáx	182.857								
XQinov	1		CO2max	200.000								
XQcpnc	1		Emin	0								
Xj	ver tabela		ELDmin	0								
XSAgp	1		Isa min	0,000								
XSAinov	0											
Xk	ver tabela											
Dados do Portfólio de Projetos												
Projetos de Produção de Petróleo								Projetos Sócio Ambientais				
Nj	Xj	Qj	Ij	RSj	CO2j	ELDj	Ej	Nk	Xk	ISAk	GSAk	CEk
-		MM bbl/a	MM \$	MM\$/a	M t/a	MM\$/a	E/ano	-	-	isa	\$/hab.ano	\$/isa
1	1,0	50	1.229	2.850	5.000	4.570	7.500	1	1,0	0,025	50	2.000
2	1,0	50	1.400	2.550	5.000	4.510	7.500	2	1,0	0,025	150	6.000
3	1,0	50	1.571	2.250	5.000	4.450	7.500	3	1,0	0,025	250	10.000
4	1,0	50	1.743	1.950	5.000	4.390	7.500	4	1,0	0,025	350	14.000
5	1,0	50	1.914	1.650	5.000	4.330	7.500	5	1,0	0,025	450	18.000
6	1,0	50	2.086	1.350	5.000	4.270	7.500	6	1,0	0,025	550	22.000
7	1,0	50	2.257	1.050	5.000	4.210	7.500	7	1,0	0,025	650	26.000
8	1,0	50	2.429	750	5.000	4.150	7.500	8	1,0	0,025	750	30.000
9	1,0	50	2.600	450	5.000	4.090	7.500	9	1,0	0,025	850	34.000
10	1,0	50	2.771	150	5.000	4.030	7.500	10	1,0	0,025	950	38.000
11	0,0	50	2.943	(150)	5.000	3.970	7.500	11	1,0	0,025	1.050	42.000
12	0,0	50	3.114	(450)	5.000	3.910	7.500	12	1,0	0,025	1.150	46.000
13	0,0	50	3.286	(750)	5.000	3.850	7.500	13	1,0	0,025	1.250	50.000
14	0,0	50	3.457	(1.050)	5.000	3.790	7.500	14	1,0	0,025	1.350	54.000
15	0,0	50	3.629	(1.350)	5.000	3.730	7.500	15	0,1	0,025	1.450	58.000
16	0,0	50	3.800	(1.650)	5.000	3.670	7.500	16	0,0	0,025	1.550	62.000
17	0,0	50	3.971	(1.950)	5.000	3.610	7.500	17	0,0	0,025	1.650	66.000
18	0,0	50	4.143	(2.250)	5.000	3.550	7.500	18	0,0	0,025	1.750	70.000
19	0,0	50	4.314	(2.550)	5.000	3.490	7.500	19	0,0	0,025	1.850	74.000
20	0,0	50	4.486	(2.850)	5.000	3.430	7.500	20	0,0	0,025	1.950	78.000
21	0,0	50	4.657	(3.150)	5.000	3.370	7.500	21	0,0	0,025	2.050	82.000
22	0,0	50	4.829	(3.450)	5.000	3.310	7.500	22	0,0	0,025	2.150	86.000
23	0,0	50	5.000	(3.750)	5.000	3.250	7.500	23	0,0	0,025	2.250	90.000
24	0,0	50	5.171	(4.050)	5.000	3.190	7.500	24	0,0	0,025	2.350	94.000
25	0,0	50	5.343	(4.350)	5.000	3.130	7.500	25	0,0	0,025	2.450	98.000
26	0,0	50	5.514	(4.650)	5.000	3.070	7.500	26	0,0	0,025	2.550	102.000
27	0,0	50	5.686	(4.950)	5.000	3.010	7.500	27	0,0	0,025	2.650	106.000
28	0,0	50	5.857	(5.250)	5.000	2.950	7.500	28	0,0	0,025	2.750	110.000
29	0,0	50	6.029	(5.550)	5.000	2.890	7.500	29	0,0	0,025	2.850	114.000
30	0,0	50	6.200	(5.850)	5.000	2.830	7.500	30	0,0	0,025	2.950	118.000
31	0,0	50	6.371	(6.150)	5.000	2.770	7.500	31	0,0	0,025	3.050	122.000
32	0,0	50	6.543	(6.450)	5.000	2.710	7.500	32	0,0	0,025	3.150	126.000
33	0,0	50	6.714	(6.750)	5.000	2.650	7.500	33	0,0	0,025	3.250	130.000
34	0,0	50	6.886	(7.050)	5.000	2.590	7.500	34	0,0	0,025	3.350	134.000
35	0,0	50	7.057	(7.350)	5.000	2.530	7.500	35	0,0	0,025	3.450	138.000
36	0,0	50	7.229	(7.650)	5.000	2.470	7.500	36	0,0	0,025	3.550	142.000
37	0,0	50	7.400	(7.950)	5.000	2.410	7.500	37	0,0	0,025	3.650	146.000
38	0,0	50	7.571	(8.250)	5.000	2.350	7.500	38	0,0	0,025	3.750	150.000
39	0,0	50	7.743	(8.550)	5.000	2.290	7.500	39	0,0	0,025	3.850	154.000
40	0,0	50	7.914	(8.850)	5.000	2.230	7.500	40	0,0	0,025	3.950	158.000
Somatório		2.000	182.857	(120.000)	200.000	136.000	300.000	Somatório	1,000	80.000	-	
Resultados												
Limites	Q	I	RSpc	CO2	ELD	E	Limites	ISA	GSA	CE		
	MM bbl/a	MM \$	\$/hab.ano	M t/a	MM\$/a	E/ano		isa	\$/hab.ano	\$/isa		
	500	20.000	15.000	50.000	43.000	75.000		0,353	10.000	58.000		
Mínimo	0	0	-	-	0	0	Mínimo	0,000	-	-		
Máximo	-	182.857	-	200.000	-	-	Máximo	-	-	-		
Legenda		CE		CDE	CEG	Fundo Social	IDH	RSDpc				
Variável Decisão		\$/tCo2	R\$/	\$/E.ano		MM \$	-	\$/hab.ano				
Restrição		30,00	1,93	-20.000		150.000	0,453	5.000				

Fonte: Elaboração própria

Tabela III.4.19: Sem política de gerenciamento de projetos e sem inovações tecnológicas

Modelo de Seleção de Projetos de Investimentos : Como transformar barris em IDH Caso sem Gerenciamento de Projetos e sem Inovação Tecnológica Socio Ambiental												
Variáveis decisão			Restrições									
XQagr	-		Qmin	0								
XQbau	-		Imin	0								
XQsus	-		Imáx	182.857								
XQinov	1		CO2max	200.000								
XQcpnc	1		Emin	0								
Xj	ver tabela		ELDmin	0								
XSAgp	0		Isa min	0,000								
XSAinov	0											
Xk	ver tabela											
Dados do Portfólio de Projetos												
Nj	Xj	Projetos de Produção de Petróleo						Projetos Sócio Ambientais				
		Qj	Ij	RSj	CO2j	ELDj	Ej	Nk	Xk	ISAk	GSAk	CEk
-	-	MM bbl/a	MM \$	MM\$/a	M t/a	MM\$/a	E/ano	-	-	isa	\$/hab.ano	\$/isa
1	1,0	50	1.229	2.850	5.000	4.570	7.500	1	0,0	0,025	2.000	80.000
2	1,0	50	1.400	2.550	5.000	4.510	7.500	2	0,0	0,025	2.000	80.000
3	1,0	50	1.571	2.250	5.000	4.450	7.500	3	1,0	0,025	2.000	80.000
4	1,0	50	1.743	1.950	5.000	4.390	7.500	4	1,0	0,025	2.000	80.000
5	1,0	50	1.914	1.650	5.000	4.330	7.500	5	1,0	0,025	2.000	80.000
6	1,0	50	2.086	1.350	5.000	4.270	7.500	6	1,0	0,025	2.000	80.000
7	1,0	50	2.257	1.050	5.000	4.210	7.500	7	1,0	0,025	2.000	80.000
8	1,0	50	2.429	750	5.000	4.150	7.500	8	0,0	0,025	2.000	80.000
9	1,0	50	2.600	450	5.000	4.090	7.500	9	0,0	0,025	2.000	80.000
10	1,0	50	2.771	150	5.000	4.030	7.500	10	0,0	0,025	2.000	80.000
11	0,0	50	2.943	(150)	5.000	3.970	7.500	11	0,0	0,025	2.000	80.000
12	0,0	50	3.114	(450)	5.000	3.910	7.500	12	0,0	0,025	2.000	80.000
13	0,0	50	3.286	(750)	5.000	3.850	7.500	13	0,0	0,025	2.000	80.000
14	0,0	50	3.457	(1.050)	5.000	3.790	7.500	14	0,0	0,025	2.000	80.000
15	0,0	50	3.629	(1.350)	5.000	3.730	7.500	15	0,0	0,025	2.000	80.000
16	0,0	50	3.800	(1.650)	5.000	3.670	7.500	16	0,0	0,025	2.000	80.000
17	0,0	50	3.971	(1.950)	5.000	3.610	7.500	17	0,0	0,025	2.000	80.000
18	0,0	50	4.143	(2.250)	5.000	3.550	7.500	18	0,0	0,025	2.000	80.000
19	0,0	50	4.314	(2.550)	5.000	3.490	7.500	19	0,0	0,025	2.000	80.000
20	0,0	50	4.486	(2.850)	5.000	3.430	7.500	20	0,0	0,025	2.000	80.000
21	0,0	50	4.657	(3.150)	5.000	3.370	7.500	21	0,0	0,025	2.000	80.000
22	0,0	50	4.829	(3.450)	5.000	3.310	7.500	22	0,0	0,025	2.000	80.000
23	0,0	50	5.000	(3.750)	5.000	3.250	7.500	23	0,0	0,025	2.000	80.000
24	0,0	50	5.171	(4.050)	5.000	3.190	7.500	24	0,0	0,025	2.000	80.000
25	0,0	50	5.343	(4.350)	5.000	3.130	7.500	25	0,0	0,025	2.000	80.000
26	0,0	50	5.514	(4.650)	5.000	3.070	7.500	26	0,0	0,025	2.000	80.000
27	0,0	50	5.686	(4.950)	5.000	3.010	7.500	27	0,0	0,025	2.000	80.000
28	0,0	50	5.857	(5.250)	5.000	2.950	7.500	28	0,0	0,025	2.000	80.000
29	0,0	50	6.029	(5.550)	5.000	2.890	7.500	29	0,0	0,025	2.000	80.000
30	0,0	50	6.200	(5.850)	5.000	2.830	7.500	30	0,0	0,025	2.000	80.000
31	0,0	50	6.371	(6.150)	5.000	2.770	7.500	31	0,0	0,025	2.000	80.000
32	0,0	50	6.543	(6.450)	5.000	2.710	7.500	32	0,0	0,025	2.000	80.000
33	0,0	50	6.714	(6.750)	5.000	2.650	7.500	33	0,0	0,025	2.000	80.000
34	0,0	50	6.886	(7.050)	5.000	2.590	7.500	34	0,0	0,025	2.000	80.000
35	0,0	50	7.057	(7.350)	5.000	2.530	7.500	35	0,0	0,025	2.000	80.000
36	0,0	50	7.229	(7.650)	5.000	2.470	7.500	36	0,0	0,025	2.000	80.000
37	0,0	50	7.400	(7.950)	5.000	2.410	7.500	37	0,0	0,025	2.000	80.000
38	0,0	50	7.571	(8.250)	5.000	2.350	7.500	38	0,0	0,025	2.000	80.000
39	0,0	50	7.743	(8.550)	5.000	2.290	7.500	39	0,0	0,025	2.000	80.000
40	0,0	50	7.914	(8.850)	5.000	2.230	7.500	40	0,0	0,025	2.000	80.000
Somatório		2.000	182.857	(120.000)	200.000	136.000	300.000	Somatório		1,000	80.000	-
Resultados												
Limites	Q	I	RSpc	CO2	ELD	E	Limites	ISA	GSA	CE		
	MM bbl/a	MM \$	\$/hab.ano	M t/a	MM\$/a	E/ano		isa	\$/hab.ano	\$/isa		
Mínimo	500	20.000	15.000	50.000	43.000	75.000	0,125	10.000	80.000			
Máximo	0	0	-	-	0	0	Mínimo	0,000	-	-		
	-	182.857	-	200.000	-	-	Máximo	-	-	-		
Legenda		CE	CDE	CEG	Fundo Social	IDH	RSBpc					
Variável Decisão		\$/tCo2	R\$/	\$/E.ano	MM \$	-	\$/hab.ano					
Restrição		30,00	1,93	-20.000	150.000	0,301	5.000					

Fonte: Elaboração própria

III.4.7.5 - Inovação nas escolas de negócio

É importante ressaltar que a inovação institucional nas decisões de investimento deve vir acompanhada de uma inovação no ensino das escolas de negócio. Aliás, este é o objetivo de iniciativas como a das Nações Unidas, Princípios para a Educação em Gestão Responsável (*Principles for Responsible Management Education- PRME*), que

[...] seek to establish a process of continuous improvement among institutions of management education in order to develop a new generation of business leaders capable of managing the complex challenges faced by business and society in the 21st century.

In the current academic environment, corporate responsibility and sustainability have entered but not yet become embedded in the mainstream of business-related education. The PRME are therefore a timely global call for business schools and universities worldwide to gradually adapt their curricula, research, teaching methodologies and institutional strategies to the new business challenges and opportunities.

Taking the Six Principles as a guiding framework, any institution which is willing to integrate corporate responsibility and sustainability in a gradual but systemic manner is welcome to join the initiative (PRME, 2012).

A seguir tenta-se estabelecer uma relação entre os Estágios descritos anteriormente (E1, E2, E3 e E4) e algumas competências mínimas dos analistas de investimento, decisores (*decision makers*) ou ainda *policy makers*.

No Estágio 1, descrito anteriormente, em que é realizada uma análise agregada dos investimentos sem gerenciamento individualizado da rentabilidade dos projetos, predomina uma visão orçamentária e contábil.

No Estágio 2, em que há gerenciamento de projetos³⁵ de forma individual, priorizando a rentabilidade para o *shareholder*, as disciplinas requeridas, já comuns nos currículos das escolas de negócio são, entre outras, finanças corporativas incluindo análise de projetos sob a ótica do acionista, microeconomia etc.

³⁵ Uma referência relevante para gerentes é o *Project Management Body of Knowledge (PMBOK)*, um conjunto de boas práticas que constitui a base do conhecimento em gerenciamento de projetos, publicado pelo *PMI - Project Management Institute (PMI, 2008)*.

Já no Estágio 3, a preocupação é a análise dos investimentos sob a ótica da sociedade, incluindo todos os *stakeholders*. Para isso, há necessidade de competências relacionadas, entre outras, às seguintes disciplinas: economia do meio ambiente incluindo as técnicas de valoração socioambiental; análise de projetos de investimento sob a ótica da sociedade; economia industrial incluindo análise da indústria³⁶ e o papel do Estado; princípios de responsabilidade social corporativa; avaliação de políticas públicas etc.

Como vimos anteriormente, o Estágio 3 muitas vezes evidencia uma situação de conflito distributivo entre *stakeholders*. Este conflito pode ser resolvido pelo fortalecimento das estruturas de governança nas organizações, envolvendo tanto o setor privado, com práticas de responsabilidade social corporativa, quanto o setor público, através de suas políticas governamentais (Estágio 4).

³⁶ A montagem do fluxo de caixa de um projeto e determinação de seus indicadores econômicos é, de certo modo, um processo mecânico facilitado pelo uso de planilhas eletrônicas. A qualidade da análise, entretanto para auxiliar a tomada de decisão, reside em grande parte na confiabilidade das premissas (“*garbage in, garbage out*”). Neste sentido, é fundamental analisar a indústria, na qual está inserido o projeto, confrontando oferta e demanda. Isto permite um melhor entendimento dos mecanismos de formação de preços, tanto dos insumos quanto dos produtos, referentes ao investimento. Esta questão é ilustrada na indústria brasileira de gás natural por Pfeil e Silva Junior (2004).

III.4.8 - Análise dos Resultados

Os resultados obtidos confirmam as hipóteses da tese, ou seja, da importância da inovação tecnológica e institucional nos processos decisórios de investimento, tanto produtivo quanto socioambiental. No que se refere à inovação institucional na análise de investimentos, observando o primeiro quadrante (Figura III.4.16) é muito clara sua influência no IDH, na medida em que seguimos uma trajetória desde o Estágio 1 (análise agregada sem gerenciamento de projetos) com IDH nulo, passando pelo Estágio 2 (análise com gerenciamento de projetos *business as usual*) com IDH = 0,418, até o Estágio 4 (análise com gerenciamento de projetos sustentável) considerando as externalidades afetando os *stakeholders*, com máximo IDH = 0,555.

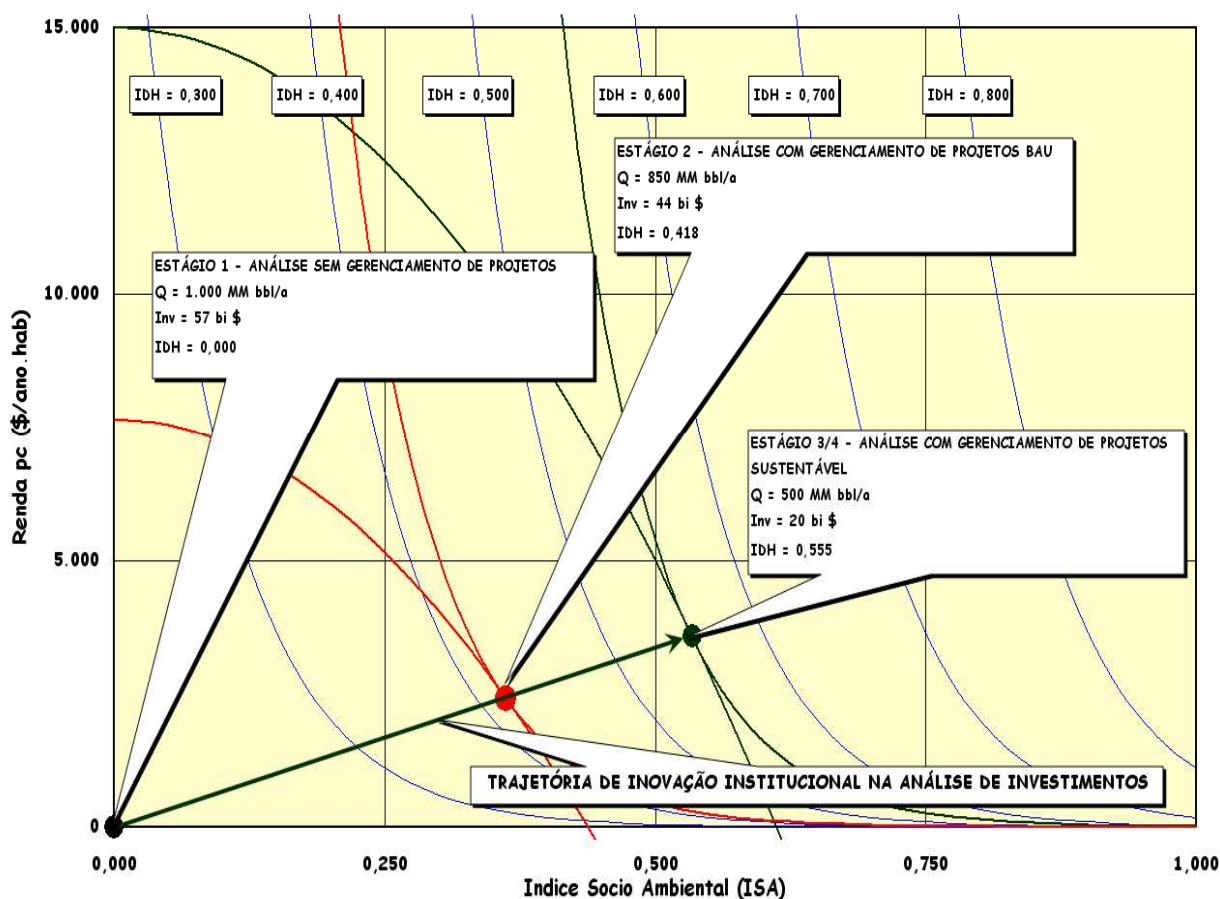


Figura III.4.16: Trajetória de inovação institucional na análise de investimentos
Fonte: Elaboração própria

No que se refere às inovações institucionais no campo das políticas públicas, devem ser considerados os diversos *trade-offs* envolvidos entre os níveis de investimento e produção; geração de renda, empregos e economia de divisas; financiamento de projetos socioambientais; emissões de CO₂; e o IDH alcançado.

Vimos que a maximização do IDH (0,555) ocorre para um nível ótimo de produção (500 MM bbl/a) com um determinado nível de emissões de CO₂ (50 MM t/a).

Uma política governamental que limite exageradamente as emissões (25 MM t/a) teria como *trade-off* a redução do valor do IDH (0,492).

Da mesma forma, metas de produção a qualquer custo (950 MM bbl/a) objetivando o aumento de investimento, geração de emprego e de divisas, reduziriam o IDH (0,273). Estes impactos estão mostrados no primeiro quadrante (Figura III.4.17).

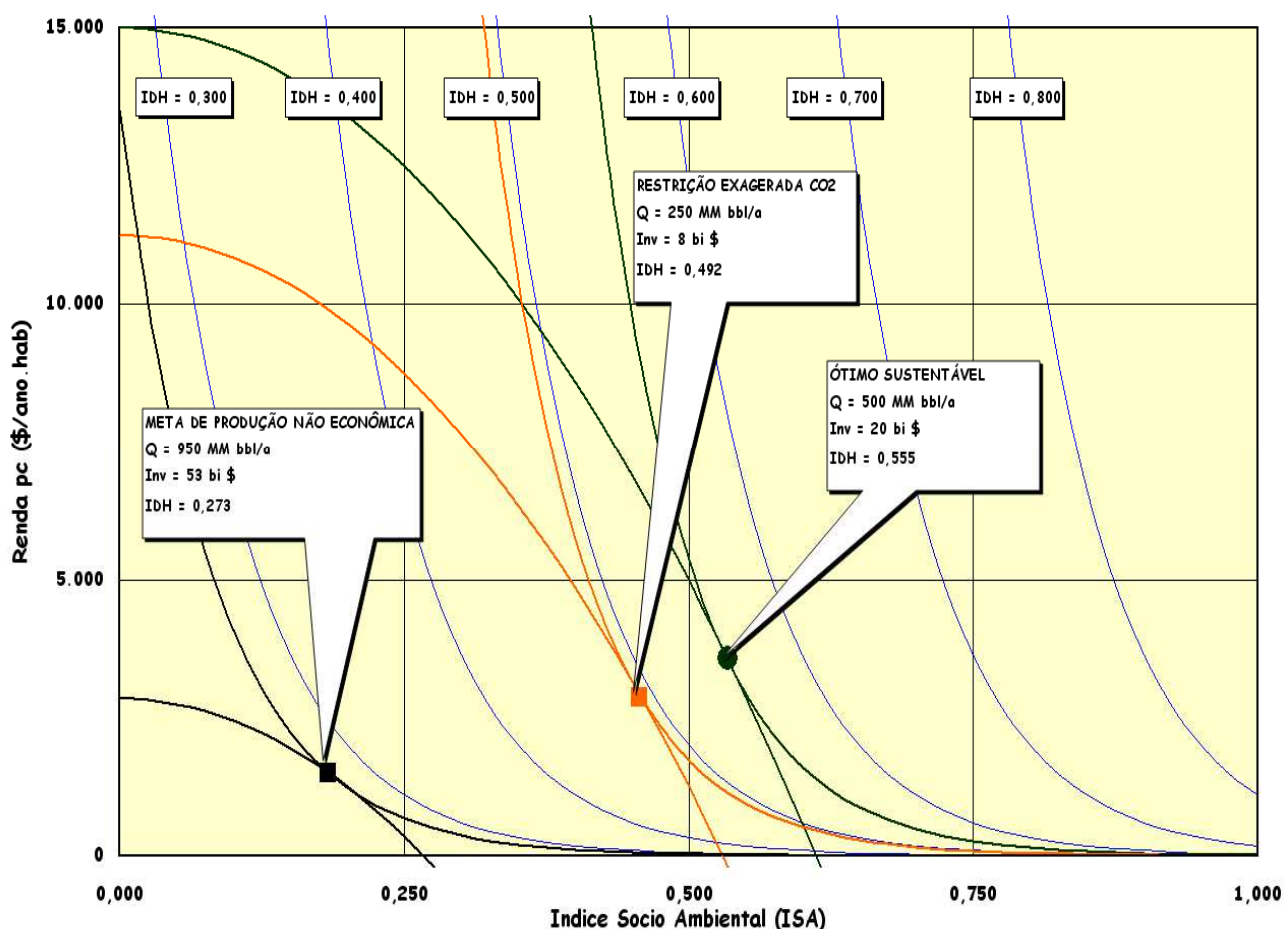


Figura III.4.17: Inovações institucionais no campo das políticas públicas
Fonte: Elaboração própria

Políticas de inovações tecnológicas (reduzindo os custos de E&P em 37,5%) bem como políticas de conteúdo nacional competitivo com o mercado internacional (com redução dos custos domésticos em 20%) têm efeito significativo no IDH, conforme mostrado na (Figura III.4.18).

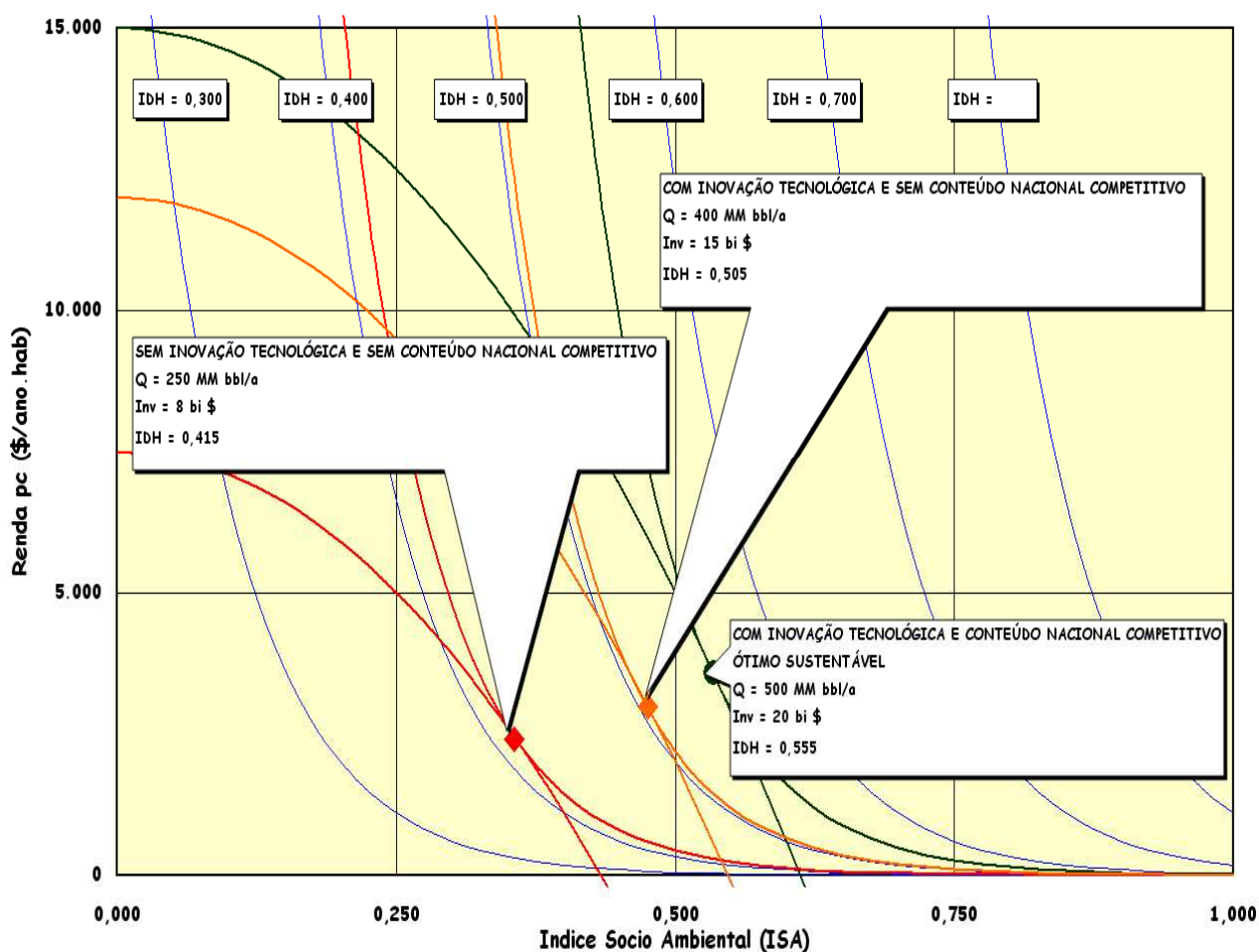


Figura III.4.18: Trajetória de inovação tecnológica e conteúdo nacional competitivo

Fonte: Elaboração própria

No que se refere aos investimentos socioambientais, tanto o gerenciamento de projetos quanto a inovação têm impactos positivos sobre o IDH.

O gerenciamento permite a análise individualizada dos projetos através do Custo Efetividade. Caso contrário, a escolha dos projetos seria pela média da carteira, o que compromete a qualidade da decisão.

Já a inovação tecnológica reduz os custos dos projetos socioambientais. Dois padrões de inovação caracterizados pelo coeficiente angular (α) do Custo-Efetividade são considerados: sem inovação ($\alpha = \$ 160.000 / \text{ISA}^2$ por ano.hab) e com inovação ($\alpha = \$ 80.000 / \text{ISA}^2$ por ano.hab). Considerando a existência de gerenciamento de projetos (Figura III.4.19), temos os seguintes resultados: sem inovações tecnológicas (IDH = 0,453) e com inovações tecnológicas (IDH = 0,555).

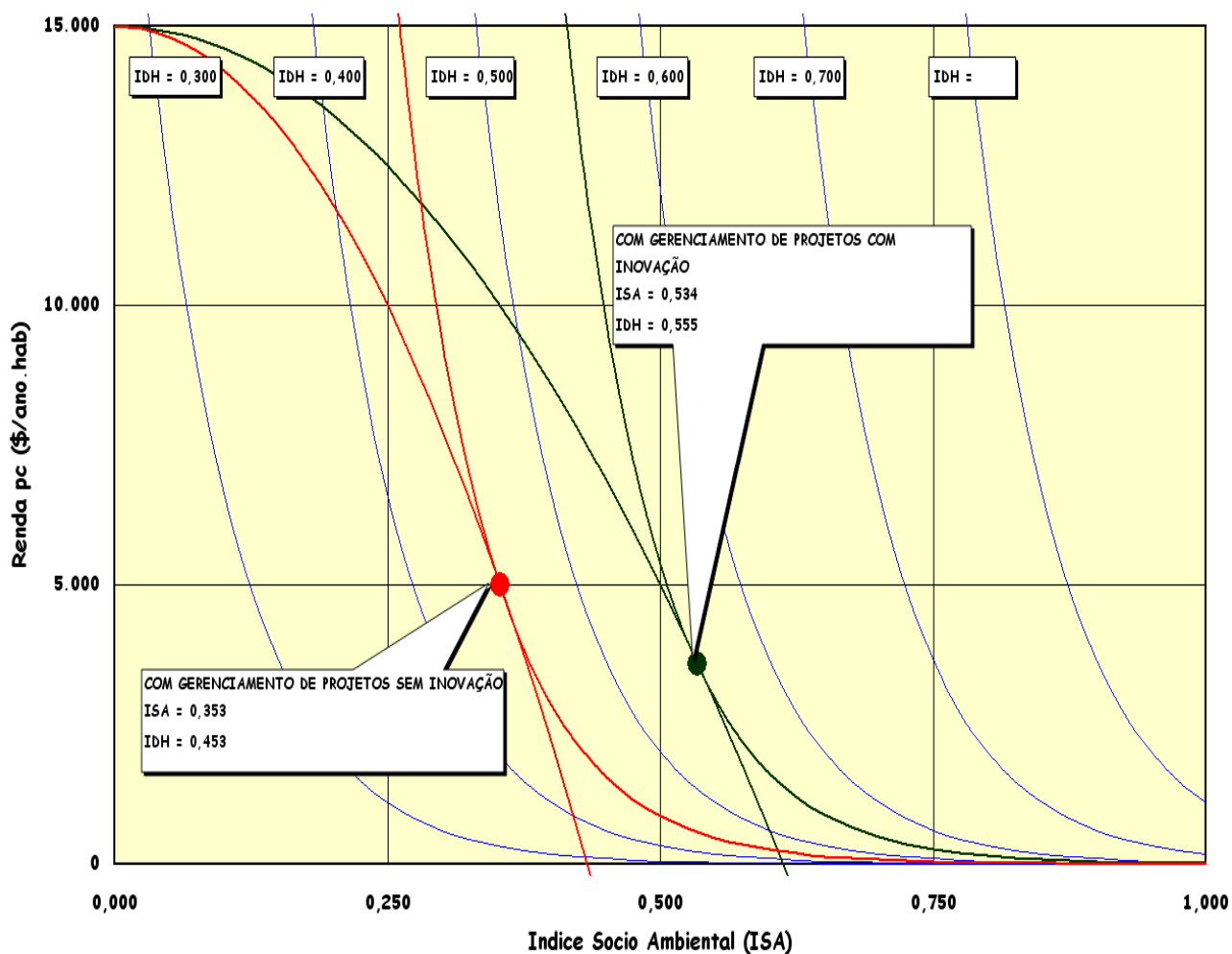


Figura III.4.19: Impacto das inovações tecnológicas com gerenciamento de projetos
Fonte: Elaboração própria

Na ausência de gerenciamento de projetos (Figura III.4.20), temos os seguintes resultados: sem inovações tecnológicas (IDH = 0,301) e com inovações tecnológicas (IDH = 0,389).

Não basta ser eficiente em gerenciamento de projetos e inovações tecnológicas apenas na exploração de petróleo, “perfurando poços”. É preciso eficiência também nos projetos socioambientais, de modo a fazer o melhor uso da renda petrolífera. Assim, aumenta-se o Índice Socioambiental (e conseqüentemente o IDH) e reduz-se a pobreza do país.

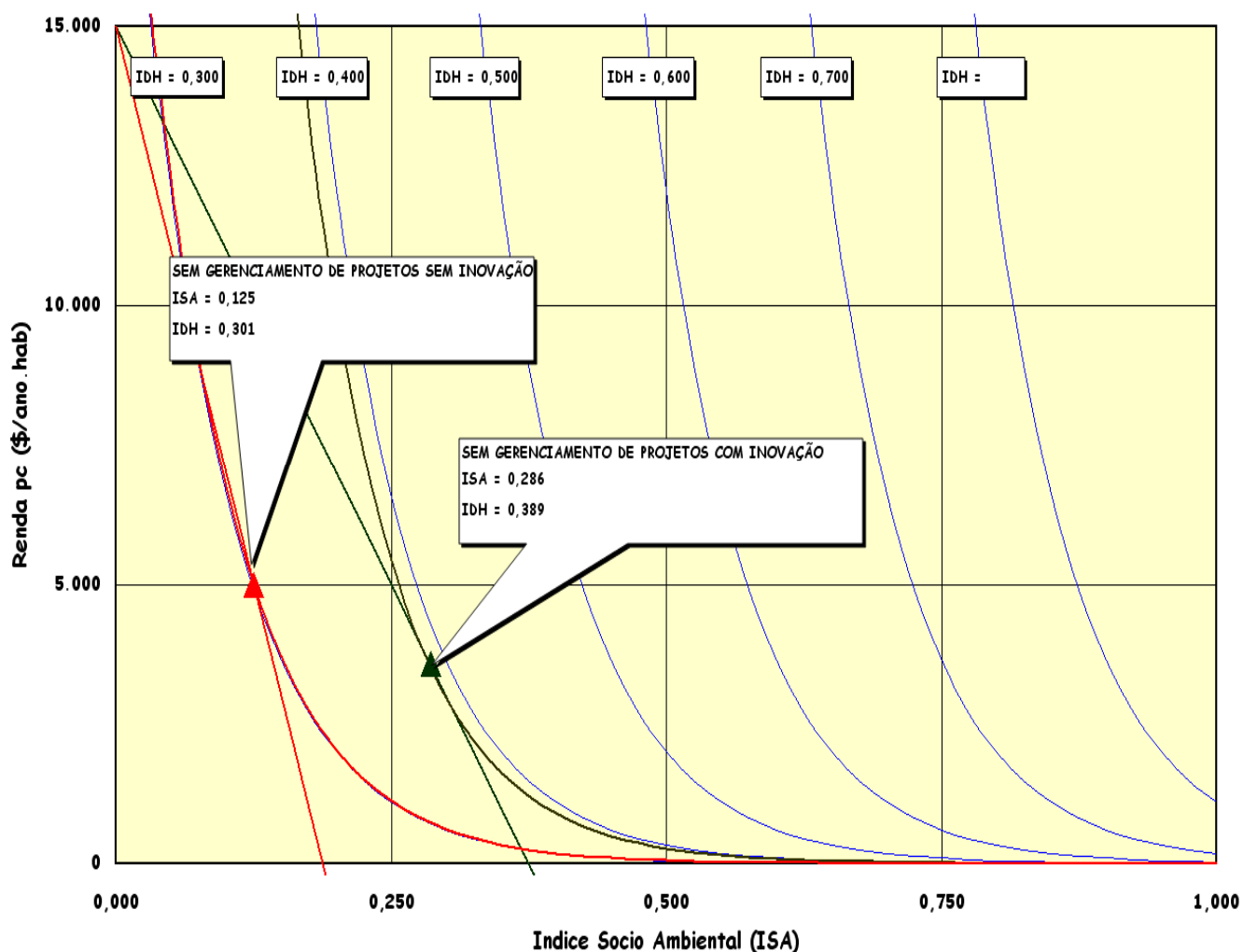


Figura III.4.20: Impacto das inovações tecnológicas sem gerenciamento de projetos
Fonte: Elaboração própria

Capítulo IV - Conclusões

O discurso das organizações frequentemente inclui compromissos com responsabilidade social, sustentabilidade e respeito aos diferentes *stakeholders*. A literatura recente sobre a aplicação do conceito de sustentabilidade nas decisões de investimento, considerando aspectos econômicos, sociais e ambientais, apresenta um arcabouço teórico consistente. Este arcabouço possui indicadores que podem auxiliar a tomada de decisão, como: (a) Valor Presente Líquido (VPL) – considerando externalidades econômicas, sociais e ambientais, afetando todos os *stakeholders* e (b) Custo-Efetividade, no caso de bens meritórios não passíveis de valoração.

Em termos metodológicos, esta consistência teórica é demonstrada pelo desenvolvimento de dois modelos: “Como transformar barris de petróleo em IDH” e a “Fronteira de Brundtland”.

O modelo “Como transformar barris de petróleo em IDH” demonstra que é máximo o Índice de Desenvolvimento Humano quando adotadas as regras de decisão do referencial teórico. Ou seja, para os projetos de produção, o máximo Valor Presente Líquido (considerando externalidades econômicas, sociais e ambientais) e, para projetos socioambientais, o mínimo Custo-Efetividade. Para esta demonstração, foram utilizadas duas abordagens: o modelo de programação linear para seleção de projetos e o método de Lagrange. Como esperado, em ambas as abordagens, os resultados coincidiram: máximo valor alcançável pelo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH*), Índice Socioambiental (ISA*), Renda Sustentável Disponível per capita (RSDpc*) e produção de petróleo (Q*).

O modelo “Fronteira de Brundtland” revisita o referencial teórico tradicional de finanças corporativas, incorporando os conceitos de sustentabilidade e mostrando como as escolhas, no presente, acerca dos recursos, afetam as gerações futuras. O modelo, além de indicar o investimento sustentável ótimo, deduz ainda qual nível de consumo estaria alinhado com o princípio do Relatório de Brundtland (1987), de desenvolvimento sustentável, como “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades”. Essas diferentes

combinações de escolhas de investimento e consumo sustentáveis permitem o traçado de uma linha, aqui denominada de “Fronteira de Brundtland”. É importante ressaltar que, embora todas as combinações sobre a linha sejam sustentáveis, no sentido de legar para as gerações futuras a mesma riqueza herdada da geração anterior, há um ponto ótimo, de máxima possibilidade de consumo (C^*), que ocorre exatamente na decisão ótima de investimento sustentável (I^*). Investimentos fora deste ponto indicam sacrifício de consumo, para que se tenha sustentabilidade.

No mundo real, de informação imperfeita (COASE, 1937), o arcabouço teórico anterior, embora consistente, nem sempre é utilizado pelas organizações em seu *business as usual*, o que compromete o discurso da sustentabilidade. Esta questão é bem ilustrada pelo modelo “Como transformar barris de petróleo em IDH” em situações em que metas de produção a qualquer custo ou restrições exageradas de emissões comprometem o IDH e o Fundo Social, sacrificando projetos socioambientais. Para melhor entendimento do hiato entre discurso e prática nas decisões de investimento, foi proposto o modelo “Instituição-Estratégia-Desenvolvimento”. Este foi concebido a partir da constatação de que diferentes correntes de pensamento sobre este tema possuem em comum a representação de indivíduos interagindo em situação de conflito, que pode ser transformado em cooperação pela existência de estruturas institucionais que influenciem as estratégias dos indivíduos, com impacto sobre o desenvolvimento. Assim, também nos processos decisórios de alocação de recursos, instituições (regras de decisão) influenciam as estratégias (decisões de investimento) e contribuem, conseqüentemente, para o desenvolvimento sustentável.

As advertências de North (1990) de que as instituições não são necessariamente socialmente eficientes serviram de motivação para o desenvolvimento do último modelo de “Inovação Institucional”, aplicado às decisões de investimento para promoção do desenvolvimento sustentável. Para isto é fundamental o fortalecimento das estruturas de governança nas organizações, envolvendo tanto o setor privado, com práticas de responsabilidade social corporativa, quanto o setor público, através de suas políticas governamentais. Além disso, é importante ressaltar que a inovação nas decisões de investimento deve vir acompanhada de uma inovação no ensino das escolas de negócio.

Finalmente, sugere-se, como tema para pesquisas futuras, o aprofundamento de inovações institucionais, bem como sua difusão, no que se refere aos processos decisórios para alocação de recursos, tanto em projetos produtivos quanto socioambientais. Os conceitos e instrumentos aqui desenvolvidos podem ser aplicados a diferentes setores da atividade econômica. Ainda no setor de energia, podem ser analisados casos em que os derivados de petróleo competem com outras fontes energéticas, como os biocombustíveis, energia solar ou eólica.

Referências Bibliográficas

- ADELMAN, M.A. The Competitive Floor to World Oil Prices. MIT Energy Laboratory, 1986.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 26000: Diretrizes sobre Responsabilidade Social. Rio de Janeiro, 2010.
- AXELROD, R. The Evolution of Cooperation. New York: Basic Books, 1984.
- BAÍDYA, T.; AIUBE, F.; MENDES, M. Introdução à Microeconomia. Editora Atlas, 1999.
- BAIN, J. Industrial Organization. Nova York: John Wiley, 1968.
- BARNEY, J.B. Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. Journal of Management, 1991
- BRASIL. MMA. Diretrizes e Prioridades do Pano de Ação para Implementação da Política Nacional da Biodiversidade. PAN-Bio, 2006.
- BRASIL. MMA. Agenda 21, 2002.
Disponível em:< <http://www.mma.gov.br>> Acesso em: 29/06/2012.
- BRASIL. MMA. Política Nacional da Biodiversidade, 2002.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAUDE. Manual Prático Para Implementação da Rede Cegonha. Brasília, 2011. Disponível em:< <http://www.saude.mt.gov.br>> Acesso em 11 jul. 2012.
- BRASIL. PODER EXECUTIVO. Projeto de Lei 5.940 de 2009. Criação do Fundo Social. Brasília, 2009. Disponível em:< <http://www.mme.gov.br/mme>> Acesso em 11 jul. 2012.
- BREALEY, R; MYERS, S; ALLEN, F. Principles of Corporate Finance. 10 ed. McGraw-Hill, 2011.
- BRUNDTLAND, G. H. Entrevista Globo News. Rio de Janeiro, 2012
Disponível em:< <http://globo.com/globo-news/milenio> > Acesso em 9 ago 2012
- BUCHER, J.A. Direito do Petróleo: A Regulação das Atividades de Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural no Brasil. Lumen Juris Editora, 2007.
- COASE, R. The Nature of the Firm. Economica, 1937.
- COASE, R. The Problem of Social Cost. Journal of Law and Economics, 1960.
- CONTADOR, C.R. Projetos Sociais: avaliação e prática. Editora Atlas, 2000

EQUATOR PRINCIPLES. Environmental and social risk management for project finance. Disponível em:< <http://www.equator-principles.com>> Acesso em 3 jan. 2012

EUROPEAN UNION. Guide to Cost Benefit Analysis of Investment Projects. 2008

FIANI, R. Teoria dos Custos de Transação. In Kupfer, David e Hasenclever, Lia. Economia Industrial. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 2002.

FIANI, R. Cooperação e Conflito, Instituições e Desenvolvimento Econômico. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

FOSS, N. Resources, Firms and Strategies. Oxford: Oxford University Press, 1997.

GRLI. A Call for Engagement. European Foundation for Management Development, 2005

HARBERGER, A. Three Basic Postulates for Applied Welfare Economics. Journal of Economic Literature. 1971

HARBERGER, A; JENKINS, G. Cost-Benefit Analysis of Investment Decisions. Harvard University, 1994.

HODGSON, G. Institutions and Economic Development: Constraining, Enabling and Reconstituting, in Dymski, G. and De Paula, S. Reimagining Growth, Zed Books. 2004.

HODGSON, G. On the Evolution of Thorstein Veblen's evolutionary economics. In Cambridge Journal of Economics, 1998, 22, 415-431.

INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION. Disponível em:< <http://www.ifc.org/>> Acesso em 3 jan. 2012, 16:00:00

KRISTENSEN. The DPSIR Framework. National Environment Institute. Denmark, 2004.

MAHONEY, J., PANDIAN, J. The Resource-Based View Within the Conversation of Strategic Management. In Nicolai J. Foss (Ed.), Resources, Firms, and Strategies, 204-231. Oxford: Oxford University Press, 1997.

MASON, E. Economic Concentration and the Monopoly Problem. Cambridge: Harvard University Press, 1957.

McCLOSKEY, D. The Rhetoric of Economics. Madison: University of Wisconsin Press, 1985.

NELSON, R; WINTER, S. An Evolutionary Theory of Economic Change. Cambridge: Harvard University Press, 1982.

NORTH, D.; THOMAS, R. The Rise of the Western World: A New Economic History. New York: Cambridge University Press, 1973.

NORTH, D. Structure and Change in Economic History. W.W. Norton and Company, 1981.

NORTH, D. Institutions, Institutional Change and Economic Performance. Cambridge University Press, 1990.

ONU. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, 1990.

ONU, Convenção sobre Diversidade Biológica, 1992.

ONU. Convenção sobre Mudança do Clima, Rio de Janeiro, 1992.

ONU. Convenção sobre Diversidade Biológica, 1992.

ONU. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, 2005

ONU. Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, Rio+20. The Future We Want. Rio de Janeiro, 2012.

ONU. PACTO GLOBAL. Pacto Global Rede Brasileira.
Disponível em:<<http://www.pactoglobal.org.br/pactoGlobal.aspx>> Acesso em 3 jan. 2012.

PANAYOTOU. Environmental Economics And Policy Analysis Workshop. Harvard, 1995.

PENROSE, E. The Theory of the Growth of the Firm. New York: John Wiley, 1959.

PEREIRA, C. G. Fundamentos de Matemática para Administração e Economia. UFF, 1997.

PETROBRAS. Meio Ambiente e Sociedade. Seleções Públicas. 2010. Disponível em:
<<http://www.petrobras.com.br/pt/meio-ambiente-e-sociedade>> Acesso em: 05/06/2012.

PFEIL, L. F.; CASTRO, A.; DHALAAN, A. A Typical Offshore Oil Production System in Brazil. Harvard Institute for International Development. Cambridge, 1994.

PFEIL, L. F. Environment & Optimal Resource Allocation in the Brazilian Oil Industry. Harvard Institute for International Development. Cambridge, 1995.

PFEIL, L. F. Impactos das Participações Governamentais na Exploração e Produção de Petróleo no Brasil. Congresso Brasileiro de Energia, 1999.

PFEIL, L. F.; SILVA JUNIOR, J. L. A Indústria de Gás Natural e Geração de Riqueza No Brasil. Congresso Brasileiro De Energia, 2004.

PFEIL, L. F. Decisões de Investimento, Responsabilidade Social e Desenvolvimento Sustentável. Rio Oil & Gás, 2008.

PORTAL ODM. Disponível em:< <http://www.portalodm.com.br>> Acesso em: 04/01/2012.

PORTER, M. The Contributions of Industrial Organization to Strategic Management. The Academy of Management Review, 1981

PORTER; KRAMER. Estratégia E Sociedade. Harvard Business Review, 2006

POSSAS, M. L. Concorrência Schumpeteriana. In Kupfer, David e Hasenclever, Lia. Economia Industrial. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 2002.

POSSAS, M. L. Economia Evolucionária Neo-Schumpeteriana: elementos para uma integração micro-macrodinâmica. Estudos Avançados, v. 22(63), p. 281-305, 2008.

PRME. Principles for Responsible Management Education, 2012.
Disponível em:< <http://www.unprme.org/>> Acesso em: 29 junho de 2012

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). Pennsylvania, 2008.

RIO DE JANEIRO, Secretaria Municipal de Educação. Projeto Escolas do Amanhã, 2012.
Disponível em:< <http://www.rio.rj.gov.br/web/sme>> Acesso em 22 maio de 2012

ROSSI; FREEMAN. Evaluation: A Systematic Approach, Sage, 1999.

SEN, Amartya. Desenvolvimento como Liberdade. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

SCHERER, F. M. Industrial Market Structure and Economic Performance. Boston, Houghton Mifflin Company. 1980.

SCHERER, F.M. Industry Structure, Strategy And Public Policy. Harper Collins, 1996.

SCHERER, F.M. New Perspectives on Economic Growth and Technological Innovation. Brookings Institution Press, 1999.

SCHUMPETER, J. The Theory of Economic Development. Cambridge: Harvard University Press, 1934.

SERÔA DA MOTTA, R.; YOUNG, C. E. F. Principais Contribuições da Literatura. In: Contabilidade ambiental: teoria, metodologia e estudos de caso no Brasil. Rio de Janeiro: IPEA, 1995.

STIGLITZ, J. E.; SEN, A.; FITOUSSI, J.P. Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress, 1999.

TIMBRELL, M. Math for Economists. Cambridge: Basil Blackwell, 1985.

WILLIAMSON, O.E. The Mechanisms of Governance. Oxford: Oxford University Press, 1996.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. Our Common Future. Oxford: Oxford University Press, 1987.

YOUNG, C.E.F. Valoração de Impactos Ambientais de Empreendimentos do Setor Petróleo. Rio de Janeiro: Instituto de Economia/UFRJ, 2010.

YOUNG, C.E.F.; Pereira, A.A.; Hartje, B.C.R. Contas Ambientais para o Brasil. Rio de Janeiro: Instituto de Economia/UFRJ, 2000.

YOUNG, C. E. F.; LUSTOSA, M. C. J. Política Ambiental. In: Kupfer, D.; Hasenclever, L. (Org.) Economia Industrial: Fundamentos Teóricos e Práticas no Brasil. Rio de Janeiro: Elsevier. 7ª ed, 2002.

YOUNG, C. E. F.; SERÔA DA MOTA, R. Measuring sustainable income from mineral extraction in Brazil. In: Resources Policy, Vol 21(2) , Elsevier, 1995.

Apêndices

Apêndice A - Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável: Rio+20

Apêndice B - Análise Econômica sob a Ótica Empresarial

Apêndice C - Análise Econômica sob a Ótica da Sociedade

Apêndice D - Dimensão Social: Análise Distributiva

Apêndice E - Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do Brasil

Apêndice F - Curvas de Preferências Intertemporais

Apêndice G - Determinação do VPL dos Projetos de E&P

Apêndice H - Demonstrativo do Custo de Depleção

Apêndice I - Determinação do Custo-Efetividade dos Projetos Sócio-Ambientais

Apêndice A - Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável: Rio+20

Em junho de 2012, realizou-se, na cidade do Rio de Janeiro, a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, a Rio+20. A Conferência teve como objetivos a renovação do compromisso político com o desenvolvimento sustentável, a avaliação do progresso na implementação das decisões adotadas em cúpulas anteriores e a discussão de dois temas principais: (a) economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza; e (b) estrutura institucional para o desenvolvimento sustentável.

Apresenta-se a seguir um resumo das principais questões contidas no documento final da Conferência³⁷, *The Future We Want*, assinado pelos Chefes de Estado e de Governo dos países-membros das Nações Unidas (ONU, 2012).

1. We [...] renew our commitment to sustainable development, and to ensure the promotion of economically, socially and environmentally sustainable future for our planet and for present and future generations.

2. Eradicating poverty is the greatest global challenge facing the world today and an indispensable requirement for sustainable development. In this regard we are committed to free humanity from poverty and hunger as a matter of urgency.

3. We therefore acknowledge the need to further mainstream sustainable development at all levels integrating economic, social and environmental aspects and recognizing their interlinkages, so as to achieve sustainable development in all its dimensions.

4. We recognize that poverty eradication, changing unsustainable and promoting sustainable patterns of consumption and production, and protecting and managing the natural resource base of economic and social development are the overarching objectives of and essential requirements for sustainable development. We also reaffirm the need to achieve sustainable development by: promoting sustained, inclusive and equitable economic growth, creating greater opportunities for all, reducing inequalities, raising basic standards of living; fostering equitable social development and inclusion; and promoting integrated and sustainable management of natural resources and ecosystems that supports inter alia economic, social and human development while facilitating ecosystem conservation, regeneration and restoration and resilience in the face of new and emerging challenges.

[...]

13. We recognize that people's opportunities to influence their lives and future, participate in decision making and voice their concerns are fundamental for sustainable development. We underscore that sustainable development requires

³⁷ Este documento não se encontra disponível em língua portuguesa até a presente data.

concrete and urgent action. It can only be achieved with a broad alliance of people, governments, civil society and private sector, all working together to secure the future we want for present and future generations.

[...]

38. We recognize the need for broader measures of progress to complement GDP in order to better inform policy decisions, and in this regard, we request the UN Statistical Commission in consultation with relevant UN System entities and other relevant organizations to launch a programme of work in this area building on existing initiatives.

[...]

46. We acknowledge that the implementation of sustainable development will depend on active engagement of both the public and private sectors. We recognize that the active participation of the private sector can contribute to the achievement of sustainable development, including through the important tool of public-private partnerships. We support national regulatory and policy frameworks that enable business and industry to advance sustainable development initiatives taking into account the importance of corporate social responsibility. We call on the private sector to engage in responsible business practices, such as those promoted by the UN Global Compact.

[...]

57. We affirm that policies for green economy in the context of sustainable development and poverty eradication should be guided by and in accordance with all the Rio principles, Agenda 21 and the Johannesburg Plan of Implementation and contribute towards achieving relevant internationally agreed development goals including the MDGs [Millennium Development Goals].

[...]

63. We recognise the importance of the evaluation of the range of social, environmental and economic factors and encourage, where national circumstances and conditions allow, their integration into decision making. We acknowledge that it will be important to take into account the opportunities and challenges, as well as the costs and benefits of green economy policies in the context of sustainable development and poverty eradication, using the best available scientific data and analysis. We acknowledge that a mix of measures, including regulatory, voluntary and others applied at the national level and consistent with obligations under international agreements, could promote green economy in the context of sustainable development and poverty eradication. We reaffirm that social policies are vital to promoting sustainable development.

[...]

66. Recognizing the importance of linking financing, technology, capacity building and national needs for sustainable development policies, including green economy in the context of sustainable development and poverty eradication, we invite the UN System, in cooperation with relevant donors and international organizations to coordinate and provide information upon request on:

(a) matching interested countries with the partners best suited to provide requested support;

(b) toolboxes and/or best practices in applying policies on green economy in the context of sustainable development and poverty eradication at all levels;

(c) models or good examples of policies of green economy in the context of sustainable development and poverty eradication;

(d) methodologies for evaluation of policies of green economy in the context of sustainable development and poverty eradication;

(e) existing and emerging platforms that contribute in this regard.

67. We underscore the importance of governments taking a leadership role in

developing policies and strategies through an inclusive and transparent process. We also take note of the efforts of those countries, including developing countries, that have already initiated processes to prepare national green economy strategies and policies in support of sustainable development.

[...]

234. We strongly encourage educational institutions to consider adopting good practises in sustainability management on their campuses and in their communities with the active participation of inter alia students, teachers, and local partners, and teaching sustainable development as an integrated component across disciplines.

235. We underscore the importance of supporting educational institutions, especially higher educational institutions in developing countries, to carry out research and innovation for sustainable development, including in the field of education, to develop quality and innovative programmes, including entrepreneurship and business skills training, professional, technical, vocational training and lifelong learning, geared to bridging skills gaps for advancing national sustainable development objectives.

[...]

253. We call on all countries to prioritize sustainable development in the allocation of resources in accordance with national priorities and needs, and we recognize the crucial importance of enhancing financial support from all sources for sustainable development for all countries, in particular developing countries [...] (ONU, 2012, p.1 et seq.).

Uma inovação da Rio+20 em conferências da Nações Unidas foi a realização dos Diálogos para o Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2012).

[...] um processo participativo e inclusivo para que representantes da sociedade civil pudessem apresentar recomendações ao Segmento de Alto Nível da Conferência.

Os Diálogos consistiram em dez rodadas de discussão, com dez participantes em cada uma, que abordaram temas prioritários da agenda internacional de sustentabilidade. Foram conduzidos durante a Rio+20, no Riocentro, entre 16 e 19 de junho. Contou com um público médio de 1.300 pessoas e seus debates foram transmitidos ao vivo pelo site das Nações Unidas.

A cada rodada, três propostas foram escolhidas, uma pelos palestrantes, uma pelos participantes da sessão e uma pelos internautas. No final, as trinta sugestões mais votadas foram levadas diretamente aos Chefes de Estado e de Governo presentes na Conferência.

O mais interessante é que os temas debatidos em cada painel tinham sido escolhidos por pessoas de diversas partes do mundo. Iniciado em abril, esse processo envolveu cerca de 30 representantes de universidades e centros de pesquisa no mundo que coordenaram discussões abertas pela internet. As propostas podiam ser votadas online e mais de 63.000 pessoas de 193 países deram cerca de 1,4 milhão de votos.

Os temas debatidos foram: (1) desemprego, trabalho decente e migrações; (2) desenvolvimento sustentável como resposta às crises econômicas e financeiras; (3) desenvolvimento sustentável para o combate à pobreza; (4) a economia do

desenvolvimento sustentável, incluindo padrões sustentáveis de produção e consumo; (5) florestas; (6) segurança alimentar e nutricional; (7) energia sustentável para todos; (8) água; (9) cidades sustentáveis e inovação; (10) oceanos. (ONU, 2012, p.1 et seq.).

No tema “A Economia do Desenvolvimento Sustentável, Incluindo Padrões Sustentáveis de Produção e Consumo”, as propostas mais votadas foram:

- Eliminar progressivamente os subsídios danosos e promover mecanismos fiscais verdes.
- Incluir impactos ambientais no cálculo do PIB e complementá-lo com indicadores de desenvolvimento social.
- Promover compras públicas sustentáveis no mundo inteiro como um catalisador para padrões sustentáveis.

Apêndice B - Análise Econômica sob a Ótica Empresarial

A avaliação econômica sob a ótica empresarial tem por objetivo verificar se determinado projeto de investimento contribui, ou não, para o aumento de riqueza de seus acionistas³⁸.

Esta verificação é feita através do cálculo do Valor Presente Líquido (VPL) do fluxo de caixa empresarial medido a preços de mercado (BREALEY, MYERS e ALLEN, 2011) da seguinte forma:

$$\text{VPL}(i) = \sum [FC_k / (1 + i)^k] \quad (\text{B.1})$$

Onde:

FC_k : valor esperado do fluxo de caixa no período k (variando de $k=1$ a $k=n$)

i : taxa de desconto

n : vida econômica do projeto

A taxa de desconto (i) utilizada em projetos de investimentos deve ser o custo médio ponderado (WACC: *Weighted Average Cost of Capital*), entre os diferentes *stakeholders*: o capital próprio (*shareholders*) e o capital de terceiros (*debtholders*):

$$\text{WACC} = [E/(D+E)] \cdot r_e + [D/(D+E)] \cdot r_d \cdot (1 - t) \quad (\text{B.2})$$

³⁸É interessante observar que nas empresas regidas pela Lei das Sociedades por Ações (Lei nº 6.404, de 15 de dezembro de 1976), em que há um acionista controlador, seu Artigo 117, determina que este “responde pelos danos causados por atos praticados [...] em prejuízo da participação dos acionistas minoritários nos lucros”. A Lei nº 6.404 cita ainda no “Art. 159. Compete à companhia, mediante prévia deliberação da assembléia-geral, a ação de responsabilidade civil contra o administrador, pelos prejuízos causados ao seu patrimônio. [...] Qualquer acionista poderá promover a ação, se não for proposta no prazo de 3 (três) meses da deliberação da assembléia-geral.”

Onde:

E = capital próprio (equity);

D = capital de terceiros (debt);

re_j = remuneração exigida para o capital próprio referente ao ativo j

rd = remuneração exigida para o capital de terceiros;

t = alíquota de IR e CS.

Para estabelecimento da remuneração exigida pelos acionistas, utiliza-se o modelo CAPM (*Capital Assets Pricing Model*). Este modelo, que mereceu o Prêmio Nobel de Economia de 1990, apresenta o seguinte equacionamento:

$$re_j = rf + \beta (rm - rf) \quad \text{(B.3)}$$

onde:

re_j = remuneração exigida pelos acionistas para o ativo j

rf = taxa livre de risco (risk-free);

rm = retorno médio de mercado;

$\beta_j = \sigma_{im} / \sigma_m^2$, onde σ_{im} corresponde à covariância entre os retornos do ativo j e o mercado; e σ_m^2 equivale à variância dos retornos do mercado.

A título de exemplificação, suponhamos que uma empresa prestadora de serviços de exploração e produção de petróleo, deverá realizar investimentos de \$ 1.914 MM e incorrer em custos operacionais de \$ 25,50 /bbl, para produção de 50 MM bbl/a. Para uma remuneração de \$ 40 /bbl, o VPL da empresa após pagamento do imposto de renda será de \$ 2.437 MM, conforme ilustrado na Tabela B.1. A Tabela B.2 apresenta uma simulação do preço mínimo a ser cobrado pelos serviços (\$ 31,33 /bbl) para que o VPL seja nulo.

Apêndice C - Análise Econômica sob a Ótica da Sociedade

Os conceitos aqui apresentados estão alinhados com programas acadêmicos reconhecidos mundialmente e boas práticas governamentais. Como exemplo, citamos o programa da *Harvard School of Government* (HARBERGER e JENKINS, 1994) e o *Guide to Cost Benefit Analysis of Investment Projects*, da União Européia (2008).

Distorções nos preços de mercado - devidas, por exemplo, a impostos de importação, subsídios, etc. - podem gerar divergências entre as atratividades para a empresa e para o país. Assim, o que se pretende com esta análise é verificar o impacto dos projetos para a economia como um todo, ou seja, se há geração de riqueza para o país. Esta verificação é feita por intermédio do Valor Presente Líquido do fluxo de caixa do país, considerando como preços os reais custos de oportunidade para a sociedade (*shadow prices*). VPL econômico positivo indica que o projeto gera riqueza para o país, podendo contribuir para o aumento de bem-estar da população.

Preços dos insumos e produtos

A avaliação econômica de projetos para o país e a determinação dos respectivos preços (*shadow prices*) dos insumos e produtos, baseiam-se em três postulados básicos, segundo Harberger (1971):

1) a curva de demanda não distorcida (por impostos, por exemplo) expressa o real valor do benefício econômico de uma unidade a mais produzida;

2) a curva de oferta, não distorcida, expressa o custo econômico de uma unidade a mais produzida;

3) custos e benefícios devem ser computados considerando a sociedade como um todo, independentemente da forma como são percebidos pelos indivíduos. Isto significa a consideração de todas as externalidades, positivas ou negativas, geradas pelo projeto.

Em decorrência dos postulados (1) e (2) acima, na análise sob a ótica do país devem

ser excluídos dos investimentos, dos custos operacionais e das receitas os impostos e taxas embutidos nestes itens. Isto porque, do ponto do país, impostos e taxas não representam um custo real, mas um meio de transferência de recursos entre os diversos setores da economia, via governo. Os subsídios incluem-se no mesmo raciocínio, pois são financiados por estes impostos e taxas, não devendo, pois, ser computados.

No caso de bens transacionáveis internacionalmente (*tradables*), devem ser considerados os “preços de fronteira”: paridade de exportação (preço FOB) ou paridade de importação (preço CIF), caso o país seja exportador ou importador, respectivamente.

Externalidades

Pelo postulado (3), citado acima, todas as externalidades (positivas ou negativas) de qualquer natureza (econômica, social ou ambiental) que possam ser mensuradas monetariamente, afetando qualquer público de interesse, sejam custos ou benefícios, devem ser consideradas no fluxo de caixa do projeto, sob a ótica da sociedade.

Taxa de Desconto

A taxa de desconto a ser utilizada corresponde ao custo econômico de oportunidade do capital para o país, podendo diferir da taxa empresarial.

Taxa de Câmbio

Com relação à taxa de câmbio, no período em que havia controle cambial, utilizava-se o mercado paralelo como aproximação para a taxa de câmbio social. Hoje, o mercado flutuante serve diretamente de parâmetro.

Indicadores Econômicos

Após a construção do fluxo de caixa para a sociedade, podem ser calculados indicadores econômicos: Valor Presente Líquido (VPL - sociedade); Taxa Interna de Retorno (TIR - sociedade); Tempo de Retorno; Custo do Produto etc.

Indicadores Cambiais

No caso de situações em que as divisas são escassas e críticas para o desenvolvimento do país, assumem relevância os indicadores cambiais descritos abaixo:

Economia Líquida de Divisas (ELD): corresponde ao VPL do fluxo de caixa (receitas menos custos) dos itens exclusivamente em moeda estrangeira. Caso a ELD seja positiva, isso significa que o projeto é gerador líquido de divisas.

Este indicador, entretanto, não é suficiente para julgar o mérito do projeto do ponto de vista cambial, o que será visto a seguir.

Custo da Divisa Economizada (CDE): Este indicador pode ser interpretado como o Custo-Efetividade na geração de divisas. É obtido pela divisão do valor presente dos custos em moeda nacional (R\$) pela Economia Líquida de Divisas (US\$).

Este valor (R\$/US\$) deve ser comparado com a taxa de câmbio. Se superior, isso significa que há um esforço excessivo de mobilização de recursos nacionais escassos para uma economia insuficiente de divisas.

Formalizando, seja um projeto com as seguintes características:

T: Taxa de Câmbio (R\$/US)

f: % dos custos em moeda estrangeira

R: Receita Total (100% em moeda estrangeira), expressa em US\$

Ct: Custo total expresso em US\$

Cn: Custo em moeda nacional => $C_n = C_t \cdot (1-f)$

Ce: Custo em moeda estrangeira => $C_e = C_t \cdot f$

Assim pode-se dizer que a Economia Líquida de Divisas (ELD) será dada por:

$$ELD = R - C_e = R - C_t \cdot f$$

Já o Custo das Divisas Economizadas (CDE) será dado por:

$$\begin{aligned} \text{CDE} &= \text{Ct. } (1-f) \cdot T / \text{ELD} \\ \text{CDE} &= \text{Ct. } (1-f) \cdot T / (R - \text{Ct. } f) \end{aligned}$$

Sabemos que o $\text{VPL} = R - \text{Ct}$, ou $R = \text{VPL} + \text{Ct}$

Substituindo (R) na expressão do CDE, temos:

$$\begin{aligned} \text{CDE} &= \text{Ct. } (1-f) \cdot T / (R - \text{Ct. } f) \\ \text{CDE} &= \text{Ct. } (1-f) \cdot T / (\text{VPL} + \text{Ct} - \text{Ct. } f) \end{aligned}$$

No caso particular em que $\text{CDE} = T$, o VPL será dado por:

$$\begin{aligned} \text{VPL} &= \text{Ct. } (1-f) - \text{Ct} + \text{Ct. } f \\ \text{VPL} &= 0 \end{aligned}$$

Ou seja, para que o CDE se iguale à taxa de câmbio (T) o VPL tem que ser nulo.

A seguir, alguns exemplos em que a Economia Líquida de Divisas (ELD) é positiva, porém o Custo da Divisa Economizada (CDE) apresenta diferenças em relação à Taxa de Câmbio (T).

Exemplo 1: CDE inferior à Taxa de Câmbio, com VPL positivo (Figura C.1).

Descrição		Parcela Nacional	Parcela Estrangeira	Total R\$	Total US\$
Receita	R		100,00	200,00	100,00
Custo	C	128,00	16,00	160,00	80,00
Receita - Custo	R-C		84,00	40,00	20,00
Taxa de Câmbio (R\$/US\$)		T	2,00		
Moeda estrangeira nos Custos (%)		f	20%		
Valor Presente Líquido (US\$)		VPL	20,00		
Economia Líquida de Divisas (US\$)		ELD	84,00		
Custo parcela nacional (R\$)		Ct.(1-f)	128,00		
Custo da Divisa Economizada (R\$/US\$)		CDE	1,52		

Figura C.1: CDE inferior à Taxa de Câmbio
Fonte: Elaboração própria

Exemplo 2: CDE igual à Taxa de Câmbio, com VPL nulo (Figura C.2).

Descrição		Parcela Nacional	Parcela Estrangeira	Total R\$	Total US\$
Receita	R		100,00	200,00	100,00
Custo	C	160,00	20,00	200,00	100,00
Receita - Custo	R-C		80,00	0,00	0,00
Taxa de Câmbio (R\$/US\$)		T	2,00		
Moeda estrangeira nos Custos (%)		f	20%		
Valor Presente Líquido (US\$)		VPL	0,00		
Economia Líquida de Divisas (US\$)		ELD	80,00		
Custo parcela nacional (R\$)		Ct.(1-f)	160,00		
Custo da Divisa Economizada (R\$/US\$)		CDE	2,00		

Figura C.2: CDE igual à Taxa de Câmbio
Fonte: Elaboração própria

Exemplo 3: CDE superior à Taxa de Câmbio, com VPL negativo. Projeto não se justifica do ponto de vista cambial (Figura C.3).

Descrição		Parcela Nacional	Parcela Estrangeira	Total R\$	Total US\$
Receita	R		100,00	200,00	100,00
Custo	C	192,00	24,00	240,00	120,00
Receita - Custo	R-C		76,00	-40,00	-20,00
Taxa de Câmbio (R\$/US\$)	T	2,00			
Moeda estrangeira nos Custos (%)	f	20%			
Valor Presente Líquido (US\$)	VPL				-20,00
Economia Líquida de Divisas (US\$)	ELD		76,00		
Custo parcela nacional (R\$)	Ct.(1-f)	192,00			
Custo da Divisa Economizada (R\$/US\$)	CDE		2,53		

Figura C.3: CDE superior à Taxa de Câmbio
Fonte: Elaboração própria

Exemplo 4: ELD é positiva, minimamente. VPL é negativo e o CDE muitíssimo superior à Taxa de Câmbio. Este caso evidencia que a ELD, isoladamente não é conclusiva (Figura C.4).

Descrição		Parcela Nacional	Parcela Estrangeira	Total R\$	Total US\$
Receita	R		100,00	200,00	100,00
Custo	C	792,00	99,00	990,00	495,00
Receita - Custo	R-C		1,00	-790,00	-395,00
Taxa de Câmbio (R\$/US\$)	T	2,00			
Moeda estrangeira nos Custos (%)	f	20%			
Valor Presente Líquido (US\$)	VPL				-395,00
Economia Líquida de Divisas (US\$)	ELD		1,00		
Custo parcela nacional (R\$)	Ct.(1-f)	792,00			
Custo da Divisa Economizada (R\$/US\$)	CDE		792,00		

Figura C.4: CDE muito superior à Taxa de Câmbio
Fonte: Elaboração própria

Apêndice D - Dimensão Social: Análise Distributiva

Exemplos

Exemplo 1: projeto com investimentos de \$120, substituindo um produto importado de valor CIF igual a \$ 100, com imposto de importação de 30% (Figura D.1).

ANÁLISES	ANÁLISE FINANCEIRA	ANÁLISE ECONÔMICA	ANÁLISE AMBIENTAL	ANÁLISE SOCIAL OU DISTRIBUTIVA		
				PRODUTOR	CONSUMIDOR	GOVERNO (MF)
CIF	100	100	100	100		
IMPOSTO DE IMPORTAÇÃO	30			30	(30)	30
CUSTO DE PRODUÇÃO	(120)	(120)	(120)	(120)		
VPL	10	(20)	(20)	10	(30)	30

Figura D.1: Imposto de Importação

Fonte: Elaboração própria

Exemplo 2: projeto com investimentos de \$80, substituindo um produto importado de valor CIF igual a \$ 100, causando impacto ambiental negativo para uma comunidade pesqueira avaliado em \$60 (Figura D.2).

ANÁLISES	ANÁLISE FINANCEIRA	ANÁLISE ECONÔMICA	ANÁLISE AMBIENTAL	ANÁLISE SOCIAL OU DISTRIBUTIVA		
				PRODUTOR	CONSUMIDOR	COMUNIDADE
CIF	100	100	100	100		
CUSTO DE PRODUÇÃO	(80)	(80)	(80)	(80)		
POLUIÇÃO			(60)			(60)
VPL	20	20	(40)	20		(60)

Figura D.2: Poluição

Fonte: Elaboração própria

Exemplo 3: projeto com investimentos de \$120, com subsídios de \$30, substituindo um produto importado de valor CIF igual a \$ 100 (Figura D.3).

ANÁLISES	ANÁLISE FINANCEIRA	ANÁLISE ECONÔMICA	ANÁLISE AMBIENTAL	ANÁLISE SOCIAL OU DISTRIBUTIVA		
				PRODUTOR	CONTRIBUINTE	GOVERNO (MF)
CIF	100	100		100		
SUBSÍDIO PARA PRODUÇÃO	30			30	(30)	30
CUSTO DE PRODUÇÃO	(120)	(120)		(120)		
VPL	10	(20)		10	(30)	30

Figura D.3: Subsídios
Fonte: Elaboração própria

Apêndice E - Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do Brasil

Em caráter meramente ilustrativo, sem conexão com o modelo teórico da tese, apresenta-se o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do Brasil (Figura E.1) dado por:

$$\text{IDH} = (L + E + R) / 3 = 0,813$$

Onde,

$$L = \text{Longevidade} = (EV - 25) / 60 = 0,787$$

$$E = \text{Educação} = (2TA + TE) / 3 = 0,891$$

$$R = \text{Renda} = (\log_{10} R_{pc} - 2) / 2,60206 = 0,761$$

Sendo:

$$EV = \text{Esperança média de vida} = 72,2 \text{ anos}$$

$$TA = \text{Taxa de alfabetização para maiores de 15 anos} = 90\%$$

$$TE = \text{Taxa de escolarização para maiores de 7 e menores de 22 anos} = 87,2\%$$

$$R_{pc} = \text{Renda per capita} = \text{US\$ } 9.567$$

$$\text{Índice Sócio-Ambiental : ISA} = (L + E) / 2 = 0,839$$

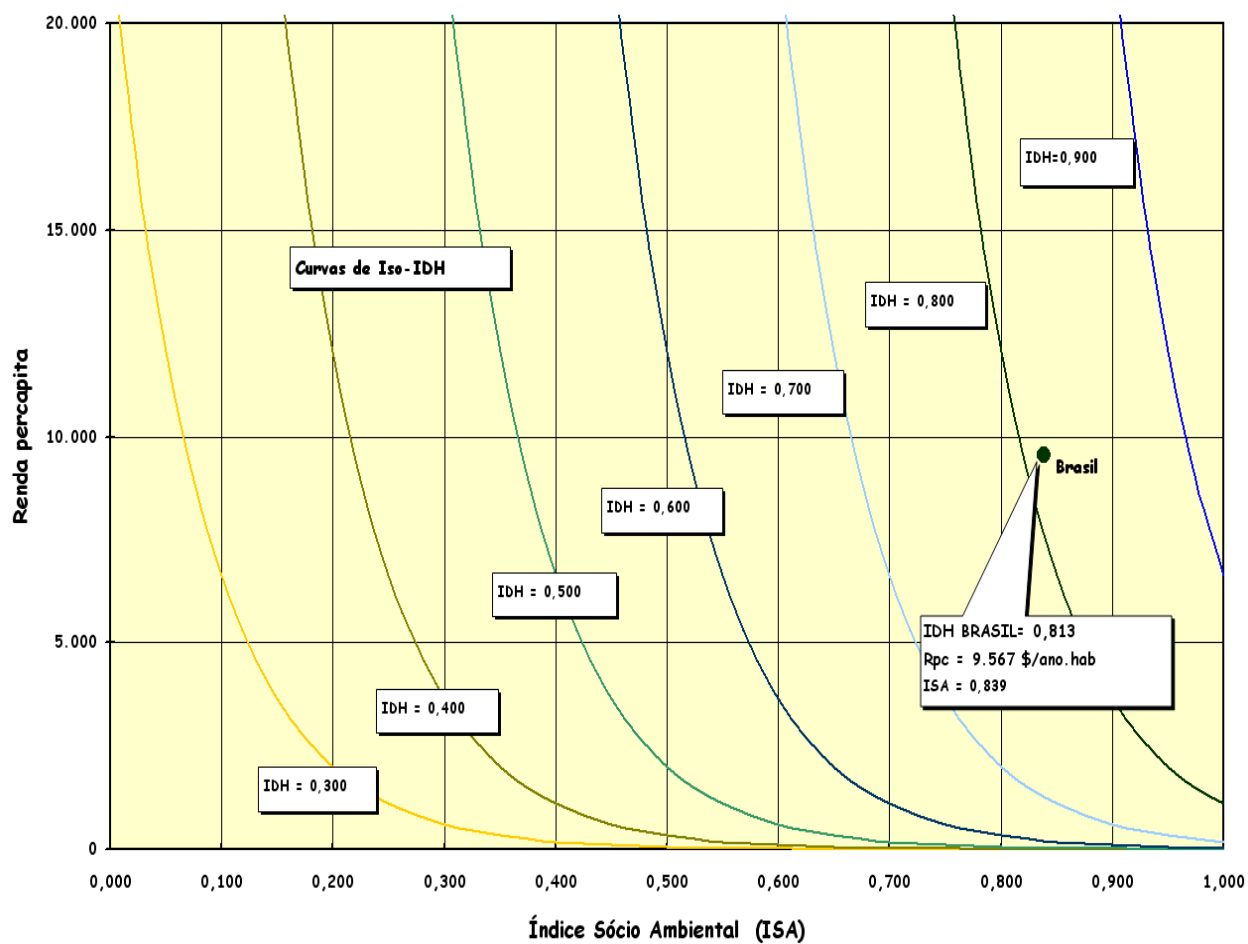


Figura E.1: IDH do Brasil
Fonte: Elaboração própria a partir PNUD (2009)

A Figura E.2 apresenta a comparação do Brasil com outros países, onde destacam-se Noruega e Nigéria, dois produtores de petróleo com performance bem distintas.

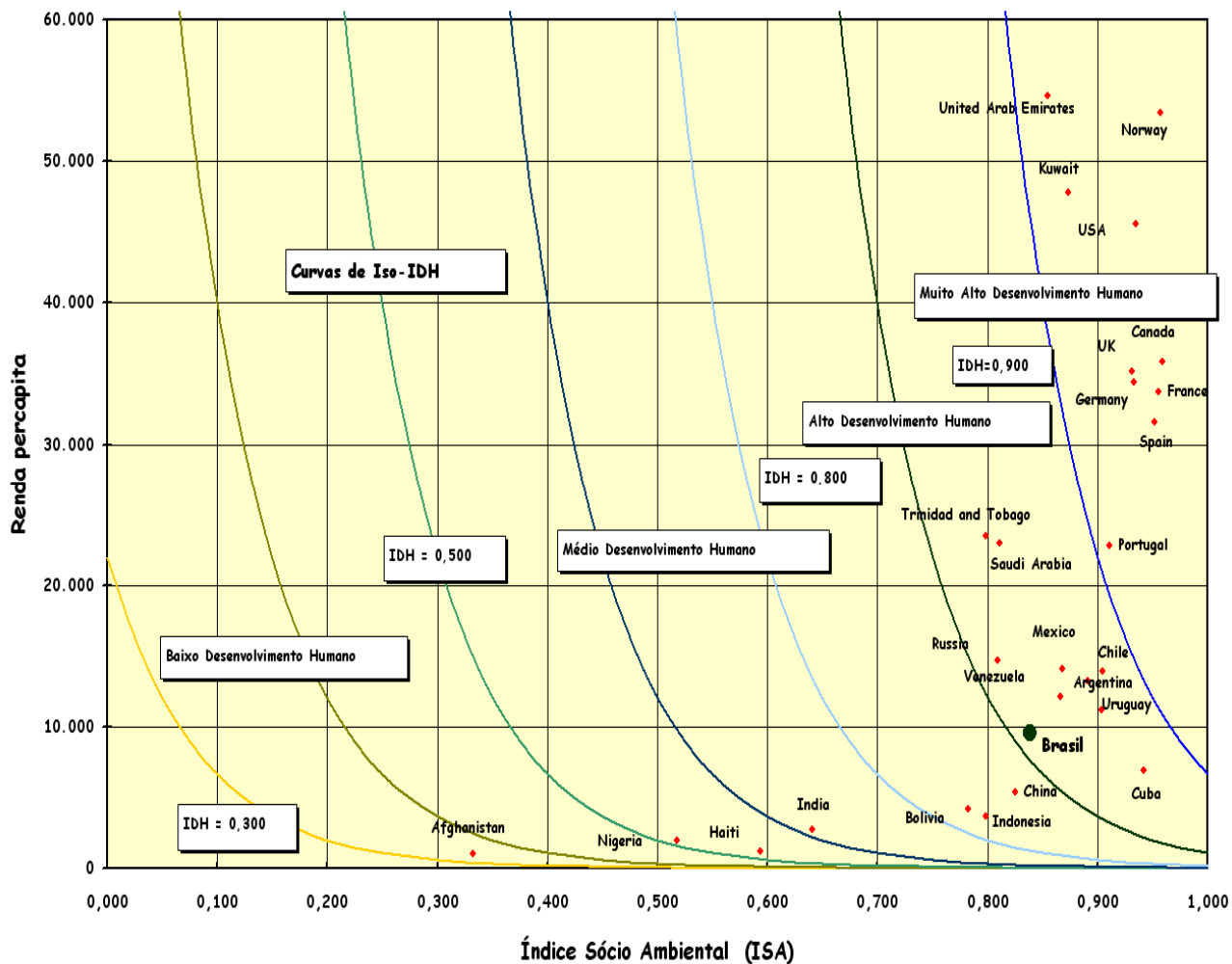


Figura E.2: IDH dos Países
 Fonte: Elaboração própria a partir PNUD (2009)

Apêndice F - Curvas de Preferências de Consumo Intertemporais

Conforme observamos no Capítulo III, uma vez tomadas as decisões de investimento, as decisões de consumo dependerão das preferências intertemporais dos indivíduos.

Estas preferências podem ser representadas por curvas de utilidade $U(C_0, C_1)$, onde C_0 equivale a consumo presente e C_1 , consumo futuro. Ao longo desta curva $U(C_0, C_1)$ é constante. Assim, a diferencial $dU(C_0, C_1)$ é nula:

$$dU(C_0, C_1) = dU = (\partial U / \partial C_0) \cdot dC_0 + (\partial U / \partial C_1) \cdot dC_1 = 0$$

$$dC_1 / dC_0 = - (\partial U / \partial C_0) / (\partial U / \partial C_1)$$

Este quociente corresponde à taxa marginal de substituição (TMS) com sinal negativo. O consumo é ótimo quando a TMS equivale a $(1 + i)$, onde i é a taxa de juros. Assim,

$$TMS = - dC_1 / dC_0 = (\partial U / \partial C_0) / (\partial U / \partial C_1) = (1 + i)$$

A seguir serão deduzidos os parâmetros de curvas de utilidade para diferentes casos com o objetivo de demonstrar que os resultados independem da expressão matemática das curvas.

Caso A - Seja a curva de utilidade dada por U_f com a seguinte forma:

$$U_f(C_0, C_1) = C_1 - a / (C_0 + c) = b$$

$$(\partial U_f / \partial C_0) = a / (C_0 + c)^2$$

$$(\partial U_f / \partial C_1) = 1$$

No ponto ótimo (C_0^*, C_1^*) , temos:

$$(\partial U_f / \partial C_0) / (\partial U_f / \partial C_1) = (1 + i)$$

$$a / (C_0^* + c)^2 = (1 + i)$$

$$C1^* = a / (Co^* + c) + b$$

Caso A1 - Preferências mais consumistas ($Co = 70$)

Sendo

$$C1^* = a / (Co^* + c) + b$$

Para $Co^* = 70$, e arbitrando-se³⁹ que $b = 0$ quando $C1^* = 24,51$ temos:

$$24,51 = a / (70 + c) + 0$$

$$a = 24,51 \cdot (70 + c)$$

Por outro lado,

$$a / (Co^* + c)^2 = (1 + i)$$

$$24,51 \cdot (70 + c) / (70 + c)^2 = (1 + i) = 1,10$$

Resolvendo-se a equação, chega-se a:

$$c = -47,72$$

$$a = 24,51 \cdot (70 + c) = 546,08$$

Assim a curva de preferências mais consumistas será dada por:

$$Uf(Co, C1) = C1 - a / (Co + c) = b$$

$$Uf(Co, C1) = C1 - 546,08 / (Co - 47,72) = b$$

A Tabela F.1 apresenta dados das curvas para diferentes valores de b .

³⁹ Considerando-se, conforme abordado no referencial teórico, que o que importa é a utilidade ordinal, em oposição à cardinal, o referencial para $b = 0$ é arbitrário. Esta escolha, para manter coerência com as demais curvas, ficará mais clara adiante.

Caso A2 - Preferências menos consumistas ($C_0 = 40$)

Sendo

$$C_1^* = a / (C_0^* + c) + b$$

Para $C_0^* = 40$, e arbitrando-se que $b = 0$ quando $C_1^* = 36,24$ temos:

$$36,24 = a / (40 + c) + 0$$

$$a = 36,24 \cdot (40 + c)$$

Por outro lado,

$$a / (C_0^* + c)^2 = (1 + i)$$

$$36,24 \cdot (40 + c) / (40 + c)^2 = (1 + i) = 1,10$$

Resolvendo-se a equação, chega-se a:

$$c = - 7,06$$

$$a = 36,24 \cdot (40 + c) = 1194,00$$

Assim a curva de preferências mais consumistas será dada por:

$$U_f(C_0, C_1) = C_1 - a / (C_0 + c) = b$$

$$U_f(C_0, C_1) = C_1 - 1194,00 / (C_0 - 7,06) = b$$

A Tabela F.2 apresenta dados das curvas para diferentes valores de b .

Caso A2 - Preferências sustentáveis ($Co = 22,73$)

Sendo

$$C1^* = a / (Co^* + c) + b$$

Para $Co^* = 22,73$ e arbitrando-se que $b = 50$ quando $C1^* = 100$ temos:

$$100 = a / (22,73 + c) + 50$$

$$a = 50 \cdot (22,73 + c)$$

Por outro lado,

$$a / (Co^* + c)^2 = (1 + i)$$

$$50 (22,73 + c) / (22,73 + c)^2 = (1 + i) = 1,10$$

Resolvendo-se a equação, chega-se a:

$$c = 22,73$$

$$a = 50 \cdot (22,73 + c) = 2273$$

Assim a curva de preferências mais consumistas será dada por:

$$Uf(Co, C1) = C1 - a / (Co + c) = b$$

$$Uf(Co, C1) = C1 - 2273,00 / (Co - 22,73) = b$$

A Tabela F.3 apresenta dados das curvas para diferentes valores de b .

A Figura F.1 apresenta as curvas para os casos A1, A2 e A3 para diferentes valores de b .

Tabela F.1: Indivíduos mais consumistas - Uf (Co,C1)

Co	C1	Co	C1	Co	C1	Co	C1	Co	C1
60	95	60	68	60	53	60	50	60	44
61	91	61	65	61	50	61	47	61	41
62	88	62	62	62	47	62	44	62	38
63	86	63	59	63	44	63	41	63	36
64	84	64	57	64	42	64	39	64	34
65	82	65	55	65	40	65	37	65	32
66	80	66	53	66	38	66	35	66	30
67	78	67	52	67	37	67	34	67	28
68	77	68	50	68	35	68	32	68	27
69	76	69	49	69	34	69	31	69	26
70	75	70	48	70	33	70	30	70	25
71	74	71	47	71	32	71	29	71	23
72	73	72	46	72	31	72	28	72	22
73	72	73	45	73	30	73	27	73	22
74	71	74	44	74	29	74	26	74	21
75	70	75	44	75	29	75	26	75	20
76	69	76	43	76	28	76	25	76	19
77	69	77	42	77	27	77	24	77	19
78	68	78	42	78	27	78	24	78	18
79	68	79	41	79	26	79	23	79	17
80	67	80	40	80	25	80	22	80	17
81	67	81	40	81	25	81	22	81	16
82	66	82	39	82	24	82	21	82	16
83	66	83	39	83	24	83	21	83	15
84	65	84	39	84	24	84	21	84	15
85	65	85	38	85	23	85	20	85	15
86	64	86	38	86	23	86	20	86	14
87	64	87	37	87	22	87	19	87	14
88	64	88	37	88	22	88	19	88	14
89	63	89	37	89	22	89	19	89	13
90	63	90	36	90	21	90	18	90	13

Fonte: Elaboração própria

Tabela F.2: Indivíduos menos consumistas - Uf (Co,C1)

	Co	C1	Co	C1	Co	C1	Co	C1	Co	C1
c	-7,06		c	-7,06		c	-7,06		c	-7,06
i	10%		i	10%		i	10%		i	10%
Co*	40,00		Co*	40,00		Co*	40,00		Co*	40,00
a	1.194,00		a	1.194,00		a	1.194,00		a	1.194,00
Uf(Co,C1)= b	71,42		Uf(Co,C1)= b	44,75		Uf(Co,C1)= b	29,77		Uf(Co,C1)= b	0,00
C1*	107,7		C1*	81,0		C1*	66,0		C1*	36,2
	Co	C1	Co	C1	Co	C1	Co	C1	Co	C1
	30	123	30	97	30	82	30	76	30	52
	31	121	31	95	31	80	31	74	31	50
	32	119	32	93	32	78	32	72	32	48
	33	117	33	91	33	76	33	70	33	46
	34	116	34	89	34	74	34	68	34	44
	35	114	35	87	35	73	35	67	35	43
	36	113	36	86	36	71	36	65	36	41
	37	111	37	85	37	70	37	64	37	40
	38	110	38	83	38	68	38	62	38	39
	39	109	39	82	39	67	39	61	39	37
	40	108	40	81	40	66	40	60	40	36
	41	107	41	80	41	65	41	59	41	35
	42	106	42	79	42	64	42	58	42	34
	43	105	43	78	43	63	43	57	43	33
	44	104	44	77	44	62	44	56	44	32
	45	103	45	76	45	61	45	55	45	31
	46	102	46	75	46	60	46	54	46	31
	47	101	47	75	47	60	47	54	47	30
	48	101	48	74	48	59	48	53	48	29
	49	100	49	73	49	58	49	52	49	28
	50	99	50	73	50	58	50	52	50	28
	51	99	51	72	51	57	51	51	51	27
	52	98	52	71	52	56	52	50	52	27
	53	97	53	71	53	56	53	50	53	26
	54	97	54	70	54	55	54	49	54	25
	55	96	55	70	55	55	55	49	55	25
	56	96	56	69	56	54	56	48	56	24
	57	95	57	69	57	54	57	48	57	24
	58	95	58	68	58	53	58	47	58	23
	59	94	59	68	59	53	59	47	59	23
	60	94	60	67	60	52	60	46	60	23

Fonte: Elaboração própria

Tabela F.3: Indivíduos com consumo sustentável - Uf (Co,C1)

c	22,73	c	22,73	c	22,73	c	22,73	c	22,73
i	10%	i	10%	i	10%	i	10%	i	10%
Co*	22,73	Co*	22,73	Co*	22,73	Co*	22,73	Co*	22,73
a	2.273,00	a	2.273,00	a	2.273,00	a	2.273,00	a	2.273,00
Uf(Co,C1)= b	76,65	Uf(Co,C1)= b	50,00	Uf(Co,C1)= b	35,00	Uf(Co,C1)= b	27,30	Uf(Co,C1)= b	0,00
C1*	126,65	C1*	100,00	C1*	85,00	C1*	77,30	C1*	50,00
Co	C1	Co	C1	Co	C1	Co	C1	Co	C1
0	177	0	150	0	135	0	127	0	100
2	169	2	142	2	127	2	119	2	92
4	162	4	135	4	120	4	112	4	85
6	156	6	129	6	114	6	106	6	79
8	151	8	124	8	109	8	101	8	74
10	146	10	119	10	104	10	97	10	69
12	142	12	115	12	100	12	93	12	65
14	139	14	112	14	97	14	89	14	62
16	135	16	109	16	94	16	86	16	59
18	132	18	106	18	91	18	83	18	56
20	130	20	103	20	88	20	80	20	53
23	127	23	100	23	85	23	77	23	50
24	125	24	99	24	84	24	76	24	49
26	123	26	97	26	82	26	74	26	47
28	121	28	95	28	80	28	72	28	45
30	120	30	93	30	78	30	70	30	43
32	118	32	92	32	77	32	69	32	42
34	117	34	90	34	75	34	67	34	40
36	115	36	89	36	74	36	66	36	39
38	114	38	87	38	72	38	65	38	37
40	113	40	86	40	71	40	64	40	36
42	112	42	85	42	70	42	62	42	35
44	111	44	84	44	69	44	61	44	34
46	110	46	83	46	68	46	60	46	33
48	109	48	82	48	67	48	59	48	32
50	108	50	81	50	66	50	59	50	31
52	107	52	80	52	65	52	58	52	30
54	106	54	80	54	65	54	57	54	30
56	106	56	79	56	64	56	56	56	29
58	105	58	78	58	63	58	55	58	28
60	104	60	77	60	62	60	55	60	27

Fonte: Elaboração própria

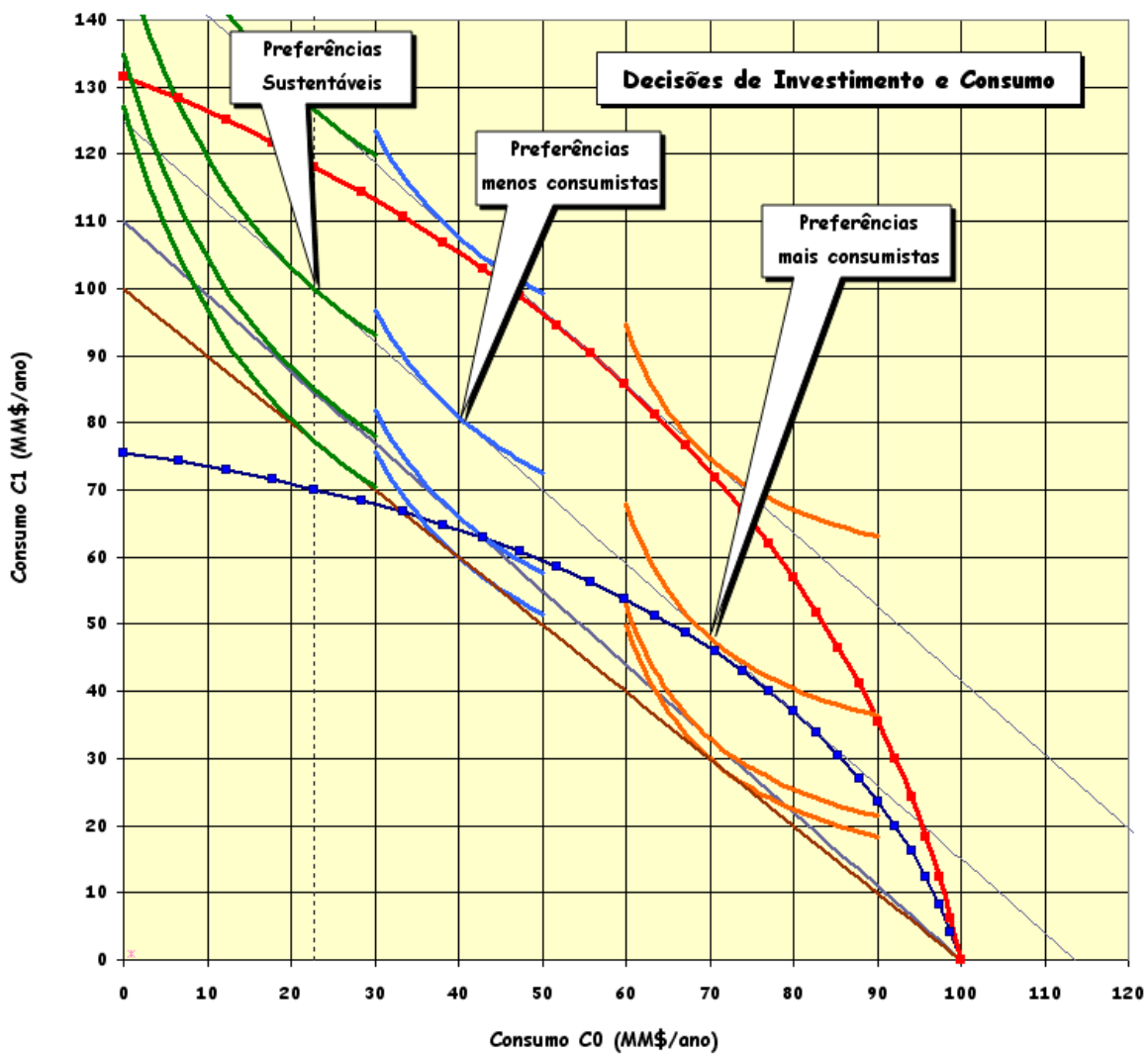


Figura F.1 : Curvas de preferência - $U_f(C_0, C_1)$

Fonte: Elaboração própria a partir de Brealey, Myers e Allen (2011)

Caso B - Seja a curva de utilidade dada por U_g , conhecida como Cobb-Douglas, com a seguinte forma:

$$U_g(C_0, C_1) = A \cdot C_0^\alpha \cdot C_1^{(1-\alpha)}$$

Onde:

$$A > 0$$

$$0 < \alpha < 1$$

Vimos anteriormente que no ponto ótimo (C_0^*, C_1^*) , temos:

$$(\partial U_g / \partial C_0) / (\partial U_g / \partial C_1) = (1 + i)$$

Assim,

$$(\partial U_g / \partial C_0) = A \cdot \alpha \cdot C_0^{\alpha-1} \cdot C_1^{(1-\alpha)}$$

$$(\partial U_g / \partial C_1) = A \cdot C_0^\alpha \cdot (1-\alpha) \cdot C_1^{-\alpha}$$

$$(\partial U_g / \partial C_0) / (\partial U_g / \partial C_1) = \alpha \cdot C_1^* / [(1-\alpha) \cdot C_0^*]$$

$$\alpha \cdot C_1^* / [(1-\alpha) \cdot C_0^*] = (1 + i)$$

Desenvolvendo a expressão chegamos a:

$$\alpha = (1 + i) / [C_1^* / C_0^* + (1 + i)]$$

Para $C_0^* = 22,73$; $C_1^* = 100$ e $i = 1,10$

$$\alpha = (1 + 0,10) / [100 / 22,73 + (1 + 0,10)] = 0,20$$

Por coerência,

$$U_f(C_0^*, C_1^*) = U_g(C_0^*, C_1^*) = 50$$

Logo,

$$Ug(Co,C1) = A \cdot Co^\alpha \cdot C1^{(1-\alpha)}$$

$$Ug(Co^*,C1^*) = Ug(22,73; 100) = 50$$

$$Ug(Co,C1) = A \cdot 22,73^{0,20} \cdot 100^{(1-0,20)} = 50$$

$$A = 0,672$$

Assim,

$$Ug(Co,C1) = 0,672 \cdot Co^\alpha \cdot C1^{(1-\alpha)} = b$$

A Tabela F.4 apresenta dados das curvas para diferentes valores de b.

A Figura F.2 apresenta as curvas de preferência do caso sustentável, para as funções $U_f(Co,C1)$ e $U_g(Co,C1)$, para diferentes valores de b.

As Tabelas F.5 e F.6 apresentam os dados das curvas de indiferença para as funções matemáticas $U_f(Co,C1)$ e $U_g(Co,C1)$, respectivamente, referentes às anomalias nas decisões de investimento referidas no item III.3.3.

Tabela F.4: Indivíduos com consumo sustentável - Ug (Co,C1)

alfa	0,20	alfa	0,20	alfa	0,20	alfa	0,20	alfa	0,20
(1-alfa)	0,80	(1-alfa)	0,80	(1-alfa)	0,80	(1-alfa)	0,80	(1-alfa)	0,80
Co*	22,73	Co*	22,73	Co*	22,73	Co*	22,73	Co*	22,73
A	0,672	A	0,672	A	0,672	A	0,672	A	0,672
Ug(Co,C1)= b	60,36	Ug(Co,C1)= b	50,00	Ug(Co,C1)= b	43,87	Ug(Co,C1)= b	40,67	Ug(Co,C1)= b	28,70
C1*	127	C1*	100	C1*	85	C1*	77	C1*	50
Co	C1	Co	C1	Co	C1	Co	C1	Co	C1
0	874	0	691	0	587	0	534	0	345
2	233	2	184	2	156	2	142	2	92
4	196	4	155	4	131	4	119	4	77
6	177	6	140	6	119	6	108	6	70
8	164	8	130	8	110	8	100	8	65
10	156	10	123	10	104	10	95	10	61
12	149	12	117	12	100	12	91	12	59
14	143	14	113	14	96	14	87	14	56
16	138	16	109	16	93	16	84	16	55
18	134	18	106	18	90	18	82	18	53
20	131	20	103	20	88	20	80	20	52
23	127	23	100	23	85	23	77	23	50
24	125	24	99	24	84	24	76	24	49
26	122	26	97	26	82	26	75	26	48
28	120	28	95	28	81	28	73	28	47
30	118	30	93	30	79	30	72	30	47
32	116	32	92	32	78	32	71	32	46
34	115	34	90	34	77	34	70	34	45
36	113	36	89	36	76	36	69	36	45
38	111	38	88	38	75	38	68	38	44
40	110	40	87	40	74	40	67	40	43
42	109	42	86	42	73	42	66	42	43
44	107	44	85	44	72	44	66	44	42
46	106	46	84	46	71	46	65	46	42
48	105	48	83	48	71	48	64	48	41
50	104	50	82	50	70	50	63	50	41
52	103	52	81	52	69	52	63	52	41
54	102	54	81	54	68	54	62	54	40
56	101	56	80	56	68	56	62	56	40
58	100	58	79	58	67	58	61	58	40
60	99	60	79	60	67	60	61	60	39

Fonte: Elaboração própria

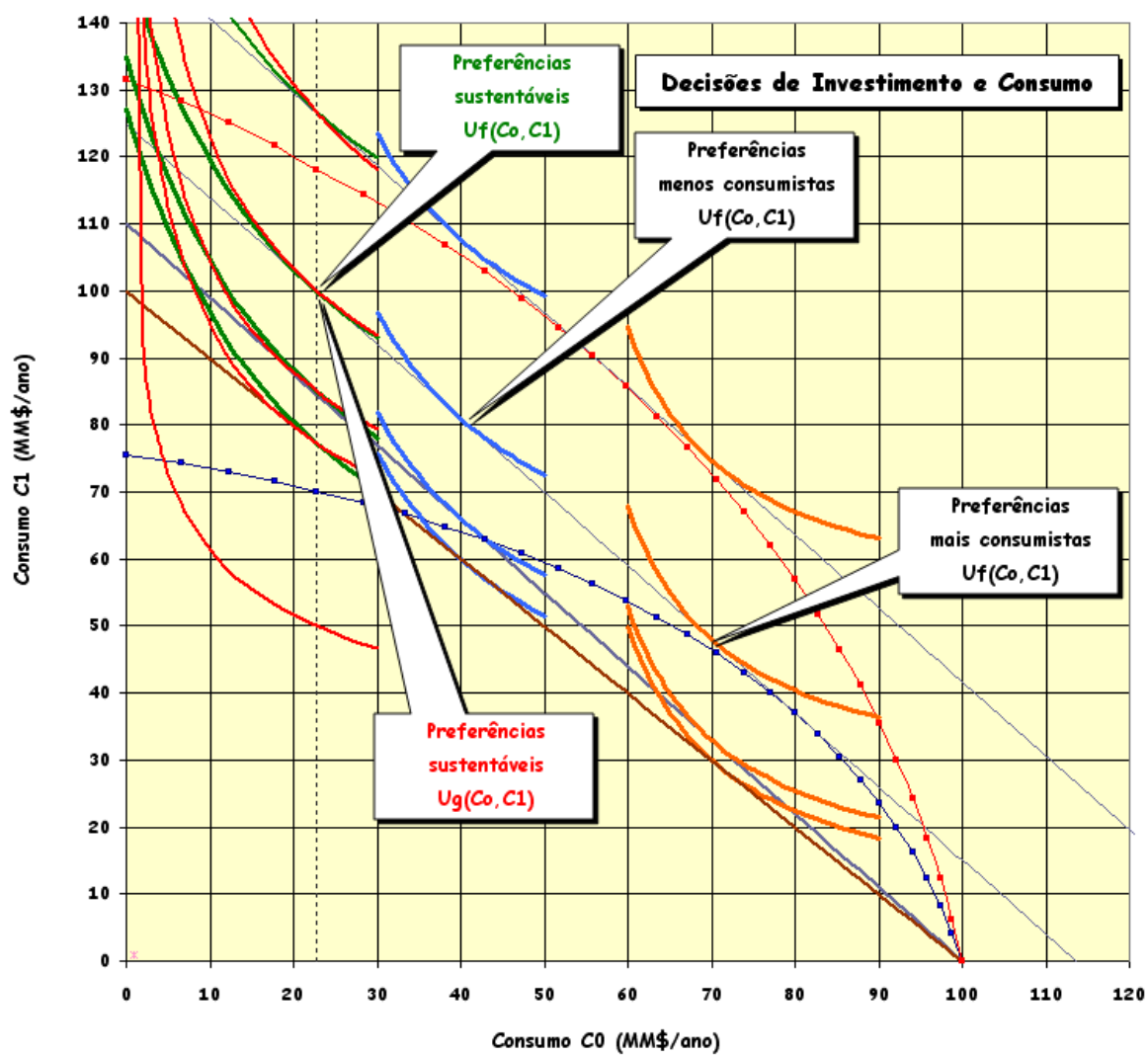


Figura F.2 : Curvas de preferência - $U_f(C_0, C_1)$ e $U_g(C_0, C_1)$

Fonte: Elaboração própria a partir de Brealey, Myers e Allen (2011)

Tabelas F.5: Anomalias nas decisões de investimento - Uf (Co,C1)

Inv ótimo		Inv privado		Inv nulo		Inv em excesso	
c	22,73	c	22,73	c	22,73	c	22,73
i	10%	i	10%	i	10%	i	10%
Co*	22,73	Co*	22,73	Co*	22,73	Co*	22,73
a	2.273,00	a	2.273,00	a	2.273,00	a	2.273,00
Uf(Co,C1)= b	50,00	Uf(Co,C1)= b	41,39	Uf(Co,C1)= b	28,57	Uf(Co,C1)= b	0,00
C1*	100,00	C1*	91,39	C1*	78,57	C1*	50,00

Co	C1	Co	C1	Co	C1	Co	C1
0,00	150	0,00	141	0,00	129	0,00	100
2,00	142	2,00	133	2,00	120	2,00	92
4,00	135	4,00	126	4,00	114	4,00	85
6,00	129	6,00	121	6,00	108	6,00	79
8,00	124	8,00	115	8,00	103	8,00	74
10,00	119	10,00	111	9,09	100	10,00	69
12,00	115	12,00	107	12,00	94	12,00	65
14,00	112	14,00	103	14,00	90	14,00	62
16,00	109	16,05	100	16,00	87	16,00	59
18,00	106	18,00	97	18,00	84	18,00	56
20,00	103	20,00	95	20,00	82	20,00	53
22,73	100	22,73	91	22,73	79	22,73	50
25,00	98	25,00	89	25,00	76	25,00	48
30,00	93	30,00	84	30,00	72	30,00	43
35,00	89	35,00	81	35,00	68	35,00	39
40,00	86	40,00	78	40,00	65	40,00	36
45,00	84	45,00	75	45,00	62	45,00	34
50,00	81	50,00	73	50,00	60	50,00	31
55,00	79	55,00	71	55,00	58	55,00	29
60,00	77	60,00	69	60,00	56	60,00	27
65,00	76	65,00	67	65,00	54	65,00	26
70,00	75	70,00	66	70,00	53	70,00	25
75,00	73	75,00	65	75,00	52	75,00	23
80,00	72	80,00	64	80,00	51	80,00	22
85,00	71	85,00	62	85,00	50	85,00	21
90,00	70	90,00	62	90,00	49	90,00	20
95,00	69	95,00	61	95,00	48	95,00	19
100,00	69	100,00	60	100,00	47	100,00	19
105,00	68	105,00	59	105,00	46	105,00	18
110,00	67	110,00	59	110,00	46	110,00	17
115,00	67	115,00	58	115,00	45	115,00	17
120,00	66	120,00	57	120,00	44	120,00	16

Fonte: Elaboração própria

Tabelas F.6: Anomalias nas decisões de investimento - Ug(Co,C1)

Inv ótimo		Inv privado		Inv nulo		Inv em excesso	
alfa	0,20	alfa	0,20	alfa	0,20	alfa	0,20
(1-alfa)	0,80	(1-alfa)	0,80	(1-alfa)	0,80	(1-alfa)	0,80
Co*	22,73	Co*	16,05	Co*	9,09	Co*	0,01
k	0,672	k	0,672	k	0,672	k	0,672
Ug(Co,C1)= b	49,97	Ug(Co,C1)= b	46,61	Ug(Co,C1)= b	41,60	Ug(Co,C1)= b	10,65
C1*	100,00	C1*	100,00	C1*	100,00	C1*	100,00

Co	C1	Co	C1	Co	C1	Co	C1
0,01	690	0,01	633	0,01	549	0,01	100
2,00	184	2,00	168	2,00	146	2,00	27
4,00	154	4,00	142	4,00	123	4,00	22
6,00	140	6,00	128	6,00	111	6,00	20
8,00	130	8,00	119	9,09	100	8,00	19
10,00	123	10,00	113	10,00	98	10,00	18
12,00	117	12,00	108	12,00	93	12,00	17
14,00	113	14,00	103	14,00	90	14,00	16
16,00	109	16,05	100	16,00	87	16,00	16
18,00	106	18,00	97	18,00	84	18,00	15
20,00	103	20,00	95	20,00	82	20,00	15
22,73	100	22,73	92	22,73	80	22,73	14
25,00	98	25,00	90	25,00	78	25,00	14
30,00	93	30,00	86	30,00	74	30,00	14
35,00	90	35,00	82	35,00	71	35,00	13
40,00	87	40,00	80	40,00	69	40,00	13
45,00	84	45,00	77	45,00	67	45,00	12
50,00	82	50,00	75	50,00	65	50,00	12
55,00	80	55,00	74	55,00	64	55,00	12
60,00	78	60,00	72	60,00	62	60,00	11
65,00	77	65,00	70	65,00	61	65,00	11
70,00	75	70,00	69	70,00	60	70,00	11
75,00	74	75,00	68	75,00	59	75,00	11
80,00	73	80,00	67	80,00	58	80,00	11
85,00	72	85,00	66	85,00	57	85,00	10
90,00	71	90,00	65	90,00	56	90,00	10
95,00	70	95,00	64	95,00	56	95,00	10
100,00	69	100,00	63	100,00	55	100,00	10
105,00	68	105,00	63	105,00	54	105,00	10
110,00	67	110,00	62	110,00	54	110,00	10
115,00	67	115,00	61	115,00	53	115,00	10
120,00	66	120,00	60	120,00	52	120,00	10

Fonte: Elaboração própria

Apêndice G - Determinação do VPL dos Projetos de E&P

A seguir, são apresentados os fluxos de caixa e seus indicadores, como o VPL, a Taxa Interna de Retorno e o custo do barril para três estágios diferentes:

Estágio (E1): não há um sistema de gerenciamento de projetos de forma individualizada. A comparação de custos e benefícios, quando realizada, é feita de forma agregada, colocando-se numa mesma cesta bons e maus projetos. Além disso, não são consideradas as externalidades (Tabelas G.1 a G.7).

Estágio (E2): introduz-se o gerenciamento dos projetos de forma individualizada, quando independentes, podendo-se assim identificar os projetos que geram riqueza para o acionista. Esta análise, *business as usual*, ainda não considera as externalidades para a sociedade (Tabelas G.8 a G.14).

Estágio (E4): também com gerenciamento individualizado dos projetos, introduz na análise as externalidades, permitindo a identificação dos projetos que geram riqueza para a sociedade de forma sustentável (Tabelas G.15 a G.21). As Tabelas G.22 a G.28 apresentam os resultados acumulados dos investimentos.

Tabela 4

Análise Agregada sem Gerenciamento de Projetos (sem externalidades)

Produção acumulada (MMbbl/a): 850

Descrição	Valor	Unidade	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Produção do Projeto	833	MMbbl/a		833	833	833	833	833	833	833	833	833	833	833	833	833	833	833	833	833	833	833	833
Preço do petróleo	100	\$/bbl																					
Custo de Capital	10,0%	% aa																					
Estimativa de Investimento	44.200	MM\$																					
O&M	43,77	\$/bbl																					
Custo de uso		\$/bbl																					
Externalidades exceto Custo de uso		\$/bbl																					
Receita		MM\$		83.300	83.300	83.300	83.300	83.300	83.300	83.300	83.300	83.300	83.300	83.300	83.300	83.300	83.300	83.300	83.300	83.300	83.300	83.300	83.300
O&M		MM\$		36.460	36.460	36.460	36.460	36.460	36.460	36.460	36.460	36.460	36.460	36.460	36.460	36.460	36.460	36.460	36.460	36.460	36.460	36.460	36.460
Custo de uso		MM\$																					
Externalidades exceto Custo de uso		MM\$																					
Investimentos		MM\$	44.200																				
Fluxo de caixa		MM\$	-44.200	46.840	46.840	46.840	46.840	46.840	46.840	46.840	46.840	46.840	46.840	46.840	46.840	46.840	46.840	46.840	46.840	46.840	46.840	46.840	46.840
Valor Presente Líquido (VPL)	354.572	MM\$																					
vpl unitário	50	\$/bbl																					
Toxa Interna de Retorno (TIR)	106%	% aa																					
Custo do Barril	50	\$/bbl																					

Tabela 15

EVTESA com Gerenciamento de Projetos (com externalidades)

Produção acumulada (MMbbl/a): 250

Descrição	Valor	Unidade	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Produção do Projeto	50	MMbbl/a		50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Preço do petróleo	100	\$/bbl																					
Custo de Capital	10.0%	% aa																					
Estimativa de Investimento	1.914	MM\$																					
O&M	25.50	\$/bbl																					
Custo de uso	5.25	\$/bbl																					
Externalidades exceto Custo de uso	34.75	\$/bbl																					
Receita		MM\$		5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
O&M		MM\$		1.275	1.275	1.275	1.275	1.275	1.275	1.275	1.275	1.275	1.275	1.275	1.275	1.275	1.275	1.275	1.275	1.275	1.275	1.275	1.275
Custo de uso		MM\$		263	263	263	263	263	263	263	263	263	263	263	263	263	263	263	263	263	263	263	263
Externalidades exceto Custo de uso		MM\$		1.738	1.738	1.738	1.738	1.738	1.738	1.738	1.738	1.738	1.738	1.738	1.738	1.738	1.738	1.738	1.738	1.738	1.738	1.738	1.738
Investimentos		MM\$	1.914																				
Fluxo de caixa		MM\$		1.725	1.725	1.725	1.725	1.725	1.725	1.725	1.725	1.725	1.725	1.725	1.725	1.725	1.725	1.725	1.725	1.725	1.725	1.725	1.725
Valor Presente Líquido (VPL)	12.770	MM\$																					
vpl unitário	30	\$/bbl																					
Toxa Interna de Retorno (TIR)	90%	% aa																					
Custo do Barril	70	\$/bbl																					
Fundo		MM\$		263	552	869	1.219	1.604	2.027	2.492	3.004	3.567	4.186	4.867	5.617	6.441	7.348	8.345	9.442	10.649	11.977	13.437	15.043

Tabela 16

EVTESA com Gerenciamento de Projetos (com externalidades)

Produção acumulada (MMbbl/a): 500

Descrição	Valor	Unidade	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Produção do Projeto	50	MMbbl/a		50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Preço do petróleo	100	\$/bbl																					
Custo de Capital	10.0%	% aa																					
Estimativa de Investimento	2.771	MM\$																					
O&M	53.49	\$/bbl																					
Custo de uso		\$/bbl																					
Externalidades exceto Custo de uso	40.00	\$/bbl																					
Receita		MM\$		5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
O&M		MM\$		2.674	2.674	2.674	2.674	2.674	2.674	2.674	2.674	2.674	2.674	2.674	2.674	2.674	2.674	2.674	2.674	2.674	2.674	2.674	2.674
Custo de uso		MM\$																					
Externalidades exceto Custo de uso		MM\$		2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Investimentos		MM\$	2.771																				
Fluxo de caixa		MM\$	-2.771	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326
Valor Presente Líquido (VPL)	0	MM\$																					
vpl unitário	0	\$/bbl																					
Taxa Interna de Retorno (TIR)	10%	% aa																					
Custo do Barril	100	\$/bbl																					
Fundo		MM\$																					

Tabela 18

EVTESA com Gerenciamento de Projetos (com externalidades)

Produção acumulada (MMbbl/a): 850

Descrição	Valor	Unidade	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Produção do Projeto	50	MMbbl/a		50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Preço do petróleo	100	\$/bbl																					
Custo de Capital	10,0%	% aa																					
Estimativa de Investimento	3.971	MM\$																					
O&M	90,67	\$/bbl																					
Custo de uso		\$/bbl																					
Externalidades exceto Custo de uso	40,00	\$/bbl																					
Receita		MM\$		5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
O&M		MM\$		4.534	4.534	4.534	4.534	4.534	4.534	4.534	4.534	4.534	4.534	4.534	4.534	4.534	4.534	4.534	4.534	4.534	4.534	4.534	4.534
Custo de uso		MM\$																					
Externalidades exceto Custo de uso		MM\$		2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Investimentos		MM\$	3.971																				
Fluxo de caixa		MM\$	-3.971	-1.534	-1.534	-1.534	-1.534	-1.534	-1.534	-1.534	-1.534	-1.534	-1.534	-1.534	-1.534	-1.534	-1.534	-1.534	-1.534	-1.534	-1.534	-1.534	-1.534
Valor Presente Líquido (VPL)	-17,027	MM\$																					
vpl unitário	-40	\$/bbl																					
Taxa Interna de Retorno (TIR)		% aa																					
Custo do Barril	140	\$/bbl																					
Fundo		MM\$																					

Tabela 22

Fluxo de Caixa Acumulado com Gerenciamento de Projetos (com externalidades)

Produção acumulada (MMbbl/a): 250

Descrição	Valor	Unidade	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Produção do Projeto	250	MMbbl/a		250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
Preço do petróleo	100	\$/bbl																					
Custo de Capital	10.0%	% aa																					
Estimativa de Investimento	7.857	MM\$																					
O&M	11.31	\$/bbl																					
Custo de uso	7.88	\$/bbl																					
Externalidades exceto Custo de uso	32.12	\$/bbl																					
Receita		MM\$		25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000
O&M		MM\$		2.828	2.828	2.828	2.828	2.828	2.828	2.828	2.828	2.828	2.828	2.828	2.828	2.828	2.828	2.828	2.828	2.828	2.828	2.828	2.828
Custo de uso		MM\$		1.970	1.970	1.970	1.970	1.970	1.970	1.970	1.970	1.970	1.970	1.970	1.970	1.970	1.970	1.970	1.970	1.970	1.970	1.970	1.970
Externalidades exceto Custo de uso		MM\$		8.030	8.030	8.030	8.030	8.030	8.030	8.030	8.030	8.030	8.030	8.030	8.030	8.030	8.030	8.030	8.030	8.030	8.030	8.030	8.030
Investimentos		MM\$	7.857																				
Fluxo de caixa		MM\$		12.173	12.173	12.173	12.173	12.173	12.173	12.173	12.173	12.173	12.173	12.173	12.173	12.173	12.173	12.173	12.173	12.173	12.173	12.173	12.173
Valor Presente Líquido (VPL)	95.774	MM\$																					
vpl unitário	45	\$/bbl																					
Toxa Interna de Retorno (TIR)	155%	% aa																					
Custo do Barril	55	\$/bbl																					
Fundo		MM\$		1.970	4.137	6.521	9.143	12.027	15.200	18.690	22.629	26.752	31.397	36.606	42.127	48.310	55.111	62.592	70.821	79.873	89.830	100.783	112.832

Tabela 23

Fluxo de Caixa Acumulado com Gerenciamento de Projetos (com externalidades)

Produção acumulada (MMbbl/a): 500

Descrição	Valor	Unidade	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Produção do Projeto	500	MMbbl/a		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Preço do petróleo	100	\$/bbl																					
Custo de Capital	10.0%	% aa																					
Estimativa de Investimento	20.000	MM\$																					
O&M	25.30	\$/bbl																					
Custo de uso	5.24	\$/bbl																					
Externalidades exceto Custo de uso	34.76	\$/bbl																					
Receita		MM\$		50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000
O&M		MM\$		12.651	12.651	12.651	12.651	12.651	12.651	12.651	12.651	12.651	12.651	12.651	12.651	12.651	12.651	12.651	12.651	12.651	12.651	12.651	12.651
Custo de uso		MM\$		2.619	2.619	2.619	2.619	2.619	2.619	2.619	2.619	2.619	2.619	2.619	2.619	2.619	2.619	2.619	2.619	2.619	2.619	2.619	2.619
Externalidades exceto Custo de uso		MM\$		17.381	17.381	17.381	17.381	17.381	17.381	17.381	17.381	17.381	17.381	17.381	17.381	17.381	17.381	17.381	17.381	17.381	17.381	17.381	17.381
Investimentos		MM\$	20.000																				
Fluxo de caixa		MM\$		17.349	17.349	17.349	17.349	17.349	17.349	17.349	17.349	17.349	17.349	17.349	17.349	17.349	17.349	17.349	17.349	17.349	17.349	17.349	17.349
Valor Presente Líquido (VPL)	127.703	MM\$																					
vpl unitário	30	\$/bbl																					
Taxa Interna de Retorno (TIR)	67%	% aa																					
Custo do Barril	70	\$/bbl																					
Fundo		MM\$		2.619	5.500	8.669	12.155	15.989	20.207	24.846	29.950	35.564	41.739	48.532	56.004	64.224	73.265	83.210	94.150	106.184	119.422	133.983	150.000

Apêndice H - Demonstrativo do Custo de Depleção

No Capítulo II, Young e Serôa da Mota (1995) adotam a definição de custo de depleção introduzida por El Serafy (1989):

The finite series of earnings from sale of the resource [...] has to be converted to an infinite series of true income such that the capitalized value of the two series be equal. From the annual earnings from sale, an income portion has to be identified capable of being spent on consumption, the remainder, a capital element, should be set aside year after year to be invested in order to create a perpetual stream of income that would sustain the same level of 'true' income, both during the life of the resource as well as after the resource has been exhausted (apud YOUNG e SERÔA DA MOTA, 1995, p.117).

Serôa da Mota e Young (1995) desenvolvem a formalização do custo de depleção, baseada em El Serafy (1989), onde:

R: renda decorrente de exploração de um recurso exaurível

X: série infinita de renda sustentável

R-X: parcela da renda a ser investida de modo a gerar um valor de X indefinidamente.

Esta parcela é chamada de Custo de Uso ou Custo de Depleção

r: taxa de juros

n: número de períodos de exploração

Equalizando o valor presente dos fluxos de caixa acima mencionados e após algumas operações algébricas, temos:

$$X/R = 1 - [1/(1+r)^n]$$

No caso em que

$$r = 10\% \text{ aa}$$

$n = 20$ anos

Temos

$$X/R = 1 - [1/(1+r)^n] = 0,851$$

Ou

$$(R - X) = 0,175 X$$

Ou ainda

$$(R - X) = 0,149 R$$

Para o investimento ótimo de \$ 20 bi, a Tabela H.1 apresenta seu fluxo de caixa sem a consideração do custo de uso, resultando em um VPL de \$ 150 bi , correspondente a exploração do recurso exaurível por 20 anos.

A Tabela H.2, por sua vez, apresenta o fluxo de caixa considerando-se o custo de uso $(R-X)$, que capitalizado ao longo de 20 anos produz um fundo correspondente a \$ 150 bi, capaz de gerar um valor de $X = \$ 15$ bi indefinidamente. O VPL deste fluxo de caixa corresponde a \$ 128 bi .

A Tabela H.3 apresenta o fluxo de caixa do fundo de \$ 150 bi, no ano 20, que tem um VPL de \$ 22 bi.

Convém ressaltar que a soma dos VPLs das Tabelas H.2 e H.3 é equivalente ao VPL da Tabela H.1 (\$ 150 bi). Este resultado confirma a coerência do método utilizado.

Tabela 3

Fluxo de Caixa do Fundo

Descrição	Valor	Unidade	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Custo de Capital	10,0%	% aa																						
Fluxo de Caixa do Fundo		MM\$																						150.000
Valor Presente Líquido (VPL)	22.297	MM\$																						
Fundo		MM\$		2.619	5.500	8.669	12.155	15.989	20.207	24.846	29.950	35.564	41.739	48.632	56.004	64.224	73.265	83.210	94.150	106.184	119.422	133.983	150.000	

Apêndice I - Custo-Efetividade dos Projetos Sócio-Ambientais

O Custo-Efetividade ($\$/ISA$) dos projetos sócio-ambientais pode ser definido da seguinte forma:

$$CE = CAE / ISA \quad \text{(G.1)}$$

Onde:

$$CAE = \text{Custo Anual Equivalente} = (\text{Capex} \cdot i) + \text{Opex} \quad \text{(G.2)}$$

Capex = Investimento ($\$/\text{hab.}$)

Opex = Custos operacionais anuais ($\$/\text{hab.ano}$)

i = custo de capital

ISA = Índice Socioambiental

O valor de ISA, por sua vez, equivale a:

$ISA = (\text{Var L} + \text{Var E})$, onde:

$\text{Var L} = (\text{Var EV}) / 60$

$\text{Var E} = (2 \cdot \text{Var TA} + \text{Var TE}) / 3$

Sendo:

$\text{Var EV} = \text{Variação na esperança média de vida} = 1,45 \text{ anos}$

$\text{Var TA} = \text{Variação na taxa de alfabetização (maiores de 15 anos)} = 2,35\%$

$\text{Var TE} = \text{Variação na taxa de escolarização (entre 7 e 22 anos)} = 3,08\%$

Assim, $ISA = (\text{Var L} + \text{Var E}) / 2$

Ver Tabelas I.1 e I.2.

Tabela I.1: Dados para Cálculo do Custo-Efetividade

Projeto	Investimentos \$/hab	Custos Operacionais \$/hab.ano	Variação na esperança média de vida em anos (Var EV)	Variação na taxa de alfabetização para maiores de 15 anos (Var TA)	Variação na taxa de escolarização entre 7 e 22 anos (Var TE)
1	75	18	1,33	2,06%	4,25%
2	225	53	1,34	2,08%	4,16%
3	375	88	1,35	2,10%	4,07%
4	525	123	1,36	2,12%	3,98%
5	675	158	1,37	2,15%	3,89%
6	825	193	1,37	2,17%	3,80%
7	975	228	1,38	2,19%	3,71%
8	1.125	263	1,39	2,21%	3,62%
9	1.275	298	1,40	2,24%	3,53%
10	1.425	333	1,41	2,26%	3,44%
11	1.575	368	1,42	2,28%	3,35%
12	1.725	403	1,43	2,30%	3,26%
13	1.875	438	1,44	2,33%	3,17%
14	2.025	473	1,45	2,35%	3,08%
15	2.175	508	1,46	2,37%	2,99%
16	2.325	543	1,46	2,39%	2,90%
17	2.475	578	1,47	2,42%	2,81%
18	2.625	613	1,48	2,44%	2,72%
19	2.775	648	1,49	2,46%	2,63%
20	2.925	683	1,50	2,48%	2,54%
21	3.075	718	1,51	2,51%	2,45%
22	3.225	753	1,52	2,53%	2,36%
23	3.375	788	1,53	2,55%	2,27%
24	3.525	823	1,54	2,57%	2,18%
25	3.675	858	1,55	2,60%	2,09%
26	3.825	893	1,55	2,62%	2,00%
27	3.975	928	1,56	2,64%	1,91%
28	4.125	963	1,57	2,66%	1,82%
29	4.275	998	1,58	2,69%	1,73%
30	4.425	1.033	1,59	2,71%	1,64%
31	4.575	1.068	1,60	2,73%	1,55%
32	4.725	1.103	1,61	2,75%	1,46%
33	4.875	1.138	1,62	2,78%	1,37%
34	5.025	1.173	1,63	2,80%	1,28%
35	5.175	1.208	1,64	2,82%	1,19%
36	5.325	1.243	1,64	2,84%	1,10%
37	5.475	1.278	1,65	2,87%	1,01%
38	5.625	1.313	1,66	2,89%	0,92%
39	5.775	1.348	1,67	2,91%	0,83%
40	5.925	1.383	1,68	2,93%	0,74%

Fonte: Elaboração própria

Tabela I.2: Resultados do Cálculo do Custo-Efetividade

Projeto	Custo Anual Equivalente \$/hab.ano	Varição de L	Varição de E	Varição de ISA	Custo Efetividade \$/ISA por hab.ano
1	25	0,022	0,028	0,025	1.000
2	75	0,022	0,028	0,025	3.000
3	125	0,022	0,028	0,025	5.000
4	175	0,023	0,027	0,025	7.000
5	225	0,023	0,027	0,025	9.000
6	275	0,023	0,027	0,025	11.000
7	325	0,023	0,027	0,025	13.000
8	375	0,023	0,027	0,025	15.000
9	425	0,023	0,027	0,025	17.000
10	475	0,024	0,027	0,025	19.000
11	525	0,024	0,026	0,025	21.000
12	575	0,024	0,026	0,025	23.000
13	625	0,024	0,026	0,025	25.000
14	675	0,024	0,026	0,025	27.000
15	725	0,024	0,026	0,025	29.000
16	775	0,024	0,026	0,025	31.000
17	825	0,025	0,025	0,025	33.000
18	875	0,025	0,025	0,025	35.000
19	925	0,025	0,025	0,025	37.000
20	975	0,025	0,025	0,025	39.000
21	1.025	0,025	0,025	0,025	41.000
22	1.075	0,025	0,025	0,025	43.000
23	1.125	0,025	0,025	0,025	45.000
24	1.175	0,026	0,024	0,025	47.000
25	1.225	0,026	0,024	0,025	49.000
26	1.275	0,026	0,024	0,025	51.000
27	1.325	0,026	0,024	0,025	53.000
28	1.375	0,026	0,024	0,025	55.000
29	1.425	0,026	0,024	0,025	57.000
30	1.475	0,027	0,024	0,025	59.000
31	1.525	0,027	0,023	0,025	61.000
32	1.575	0,027	0,023	0,025	63.000
33	1.625	0,027	0,023	0,025	65.000
34	1.675	0,027	0,023	0,025	67.000
35	1.725	0,027	0,023	0,025	69.000
36	1.775	0,027	0,023	0,025	71.000
37	1.825	0,028	0,022	0,025	73.000
38	1.875	0,028	0,022	0,025	75.000
39	1.925	0,028	0,022	0,025	77.000
40	1.975	0,028	0,022	0,025	79.000

Fonte: Elaboração própria