

Documentos de Projetos

Investimentos transformadores para um estilo de desenvolvimento sustentável

Estudos de casos de grande impulso
(*Big Push*) para a sustentabilidade
no Brasil

Camila Gramkow
Organizadora



NAÇÕES UNIDAS



ipea

Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada



Rede Brasil



cooperação
alemã

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

**FRIEDRICH
EBERT
STIFTUNG**

Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL



Si desea recibir información oportuna sobre nuestros productos editoriales y actividades, le invitamos a registrarse. Podrá definir sus áreas de interés y acceder a nuestros productos en otros formatos.

Deseo registrarme



CEPAL



www.cep.al.org/es/publications



facebook.com/publicacionesdelacepal



www.cep.al.org/apps

Investimentos transformadores para um estilo de desenvolvimento sustentável

Estudos de casos de grande impulso (*Big Push*)
para a sustentabilidade no Brasil

Camila Gramkow
Organizadora



NAÇÕES UNIDAS

CEPAL

ipea

Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada



Rede Brasil



cooperação
alemã

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

**FRIEDRICH
EBERT
STIFTUNG**

Este documento foi organizado por Camila Gramkow, Oficial de Assuntos Econômicos do Escritório no Brasil da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), no âmbito das atividades do projeto CEPAL/Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ): "Sustainable development paths for middle-income countries under the 2030 Agenda for Sustainable Development in Latin America and the Caribbean". Este documento também contou com o apoio da Friedrich-Ebert-Stiftung (FES), da Rede Brasil do Pacto Global e do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) para realização e divulgação da Chamada Aberta de Estudos de Casos de Investimentos para o Desenvolvimento Sustentável no Brasil a partir da qual os capítulos foram produzidos e selecionados. Reconhecemos e agradecemos a colaboração dos membros do Comitê de Avaliação da referida chamada: Gustavo Fontenele e Silva (Ministério da Economia do Brasil), Julio César Roma (IPEA), Mauro Oddo Nogueira (IPEA), Luiz Fernando Krieger Merico (CEPAL, Divisão de Desenvolvimento Sustentável e Assentamentos Humanos) e Maria Luisa Marinho (CEPAL, Divisão de Desenvolvimento Social). Colaboraram com este documento, além dos autores e autoras que assinam seus capítulos, os assistentes de pesquisa e os estagiários da CEPAL em Brasília: Camila Leotti, Gabriel Belmino Freitas, Pedro Brandão da Silva Simões e Sofia Furtado. Contamos, também, com a contribuição do diretor da CEPAL em Brasília, Carlos Henrique Fialho Mussi, e de Maria Pulcheria Graziani do mesmo escritório.

As opiniões expressas neste documento, que não foi submetido à revisão editorial, são de exclusiva responsabilidade dos autores e autoras e podem não coincidir com as visões da CEPAL e das instituições a que os autores e autoras são filiados, nem com as das instituições que apoiaram este documento.

Publicação das Nações Unidas
LC/TS.2020/37
LC/BRS/TS.2020/1
Distribuição: L
Copyright © Nações Unidas, 2020
Todos os direitos reservados
Impresso nas Nações Unidas, Santiago
S.20-00209

Esta publicação deve ser citada como: Camila Gramkow (org.), "Investimentos transformadores para um estilo de desenvolvimento sustentável: estudos de casos de grande impulso (*Big Push*) para a sustentabilidade no Brasil", *Documentos de Projetos* (LC/TS.2020/37; LC/BRS/TS.2020/1), Santiago, Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), 2020.

A autorização para reproduzir total ou parcialmente esta obra deve ser solicitada à Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), Divisão de Publicações e Serviços Web, publicaciones.cepal@un.org. Os Estados-membros das Nações Unidas e suas instituições governamentais podem reproduzir essa obra sem autorização prévia. Solicita-se apenas que mencionem a fonte e informem à CEPAL de tal reprodução.

Índice

Prefácio	11
<i>Carlo Pereira</i>	
Apresentação	13
<i>Alicia Bárcena</i>	
Introdução	15
<i>Carlos Mussi, Camila Gramkow</i>	
I. Companhia Siderúrgica do Pecém: o <i>Big Push</i> industrial do Estado do Ceará	23
<i>Alex Maia do Nascimento, Claudio Renato Chaves Bastos, Cristiane Peres, Emanuela Sousa de França, Italo Barreira Ribeiro, Leonardo Roger Silva Veloso, Livia Bizarria Prata, Marcelo Monteiro Baltazar, Ramyro Batista Araujo, Ricardo Santana Parente Soares, Rodrigo Santos Almeida, Vanilson da Silva Benica</i>	
Resumo	23
A. Introdução.....	24
B. O projeto sustentável da Companhia Siderúrgica do Pecém	26
C. CSP – A sinergia cultural Brasil-Coréia do Sul.....	27
D. O <i>Big Push</i> industrial CSP – antes da operação	28
E. Conquistas durante a fase de operação da CSP	32
F. Considerações finais sobre o <i>Big Push</i> CSP	43
Bibliografia	45
II. Aumentando a resiliência climática e combate à pobreza rural por meio de ações emergenciais de combate à seca: o caso dos sistemas agroflorestais no Procase – FIDA	47
<i>Leonardo Bichara Rocha, Thiago César Farias da Silva, Donivaldo Martins</i>	
Resumo	47
A. Introdução.....	48
B. O FIDA e ações de combate aos efeitos da seca na Paraíba.....	48
C. Sistemas agroflorestais no contexto dos Planos Emergenciais	50

	D. Assessoria técnica contínua e especializada	54
	E. Resultados e ODS	54
	F. Conclusões e relação com o <i>Big Push</i> para a Sustentabilidade	55
	Bibliografia	57
III.	<i>Big Push</i> para a Sustentabilidade no Brasil: a contribuição dos Tókôna do Médio Rio Juruá (AM)	59
	<i>Cairo Guilherme Milhomem Bastos, Fernando Esteban do Valle, Tatiana Ribeiro Souza Brito</i>	
	Resumo	59
	A. Introdução	59
	B. Inventário etnográfico	60
	C. A construção de casas de farinha	65
	D. Chamada pública para alimentação escolar	68
	E. Relação do caso estudado com o <i>Big Push</i> para a Sustentabilidade	69
	F. Conclusão	71
	Bibliografia	73
IV.	Polímeros Verdes: tecnologia para promoção do desenvolvimento sustentável	75
	<i>Adriana Mello, Jorge Soto, José Augusto Viveiro</i>	
	Resumo	75
	A. Introdução	76
	B. O PE verde da Braskem	77
	C. Capacidade de mobilização de investimentos	80
	D. PE verde e o desenvolvimento sustentável	81
	E. PE verde e o <i>Big Push</i> para a Sustentabilidade	84
	F. Conclusões	87
	Bibliografia	88
V.	Assentamentos Sustentáveis na Amazônia: o desafio da produção familiar em uma economia de baixo carbono	89
	<i>Erika de Paula P. Pinto, Maria Lucimar de L. Souza, Alcilene M. Cardoso, Edivan S. de Carvalho, Denise R. do Nascimento, Paulo R. de Sousa Moutinho, Camila B. Marques, Valderli J. Piontekowski</i>	
	Resumo	89
	A. Introdução	90
	B. As origens do projeto Assentamentos Sustentáveis da Amazônia	91
	C. Estratégias integradas para a promoção de assentamentos sustentáveis na Amazônia	92
	D. Incentivos econômicos para conservação e produção rural sustentável	95
	E. Sistemas agroflorestais como estratégia de regularização ambiental e segurança alimentar	97
	F. Discussão sobre a iniciativa à luz do <i>Big Push</i> para a Sustentabilidade	98
	Bibliografia	101
VI.	Tecnologia de tratamento de esgoto: uma alternativa de saneamento básico rural e produção de água para reúso agrícola no Semiárido Brasileiro	103
	<i>Mateus Cunha Mayer, Rodrigo de Andrade Barbosa, George Rodrigues Lambais, Salomão de Sousa Medeiros, Adrianus Cornelius Van Haandel, Silvânia Lucas dos Santos</i>	
	Resumo	103
	A. Introdução	104
	B. O desenvolvimento de tecnologias de saneamento básico rural de custo acessível no Semiárido Brasileiro	105

C.	Relação do estudo de caso com o <i>Big Push</i> e a Agenda 2030	111
D.	Conclusão	112
	Bibliografia	112
VII.	Sistema Agroflorestal Cambona 4: um exemplo de impulso à sustentabilidade na Região Sul do Brasil	115
	<i>Airton José Morganti Júnior, José Lourival Magri, Selia Regina Felizari</i>	
	Resumo	115
A.	Introdução	116
1.	A cultura da erva-mate no sul do Brasil e os desafios do cultivo em Machadinho.....	116
B.	Sistema Agroflorestal Cambona 4	117
C.	SAF Cambona 4 e o desenvolvimento socioambiental	119
1.	Benefícios ambientais	120
2.	SAF Cambona 4 e a neutralização de carbono	121
D.	SAF Cambona 4 e o <i>Big Push</i> para a Sustentabilidade	122
E.	Conclusão	124
	Bibliografia	125
VIII.	Unidade de Cogeração Lages: um exemplo do potencial transformador da economia circular	127
	<i>José Lourival Magri, Mario Wilson Cusatis</i>	
	Resumo	127
A.	Introdução	127
B.	Descrição do projeto	129
C.	Destinação das cinzas de biomassa	131
D.	Projeto comunitário	132
E.	Tecnologia para melhor aproveitamento.....	133
F.	Impactos da iniciativa à luz do <i>Big Push</i> para a Sustentabilidade	134
G.	Conclusão.....	135
	Bibliografia	136
IX.	O modelo de ação do Polo de Inovação Campos dos Goytacazes	137
	<i>Rogério Atem de Carvalho</i>	
	Resumo	137
A.	Introdução.....	138
B.	O modelo de ação do PICG	140
1.	Linha 1: projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PDI).....	141
2.	Linha 2: projetos com comunidades e governos.....	141
3.	Linha 3: projetos de pesquisa aplicada e extensão tecnológica	143
4.	Linha 4: concepção e operação do campus.....	144
5.	Ações integrativas.....	146
6.	O PICG como parte de um ecossistema.....	147
C.	O ciclo virtuoso dos investimentos em inovação	148
D.	Impactos econômicos, sociais e ambientais.....	149
1.	Dimensão econômica	149
2.	Dimensão ambiental.....	150
3.	Dimensão social	151
E.	A atuação do PICG à luz do <i>Big Push</i> para a Sustentabilidade e da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável	151
F.	Conclusões	153
	Bibliografia	153

X.	Tecnologias sociais como impulso para o acesso à água e o desenvolvimento sustentável no meio rural brasileiro: a experiência do Programa Cisternas	155
	<i>Vitor Leal Santana, Lilian dos Santos Rahal</i>	
	Resumo	155
	A. Introdução.....	156
	B. Programa Cisternas: contexto, resultados e impactos.....	157
	C. Relação do caso estudo com o <i>Big Push</i> para a Sustentabilidade	165
	D. Considerações finais.....	166
	Bibliografia	167
XI.	Programa de Restauração Ambiental da Suzano: lições aprendidas para investimentos em recuperação de pastagens degradadas no Brasil	171
	<i>Sarita Severien, Tathiane Sarcinelli, Yugo Matsuda</i>	
	Resumo	171
	A. Introdução.....	172
	B. Estruturação de investimentos no âmbito da estratégia de conservação e do Programa de Restauração Ambiental da Suzano	173
	1. Métodos customizados.....	174
	2. Gestão eficiente e parcerias	177
	3. Capacidade de replicabilidade	179
	4. Processos inovadores em financiamento, gestão e tecnologia	179
	C. Os impactos do Programa de Restauração Ambiental no contexto do <i>Big Push</i> para a Sustentabilidade e da Agenda 2030	180
	D. Conclusão.....	183
	Bibliografia	184
XII.	Política de conteúdo local e incentivos financeiros no mercado de energia eólica no Brasil	185
	<i>Britta Rennkamp, Fernanda Fortes Westin, Carolina Grottera</i>	
	Resumo	185
	A. Introdução.....	186
	B. Fatores, atores e impactos das políticas de incentivo e conteúdo local no mercado de energia eólica no Brasil.....	187
	1. Requisitos de Conteúdo Local obrigatórios na tarifa <i>feed-in</i>	187
	2. RCLs opcionais ligados ao financiamento de energia renovável.....	188
	C. Capacidade tecnológica nacional e criação de emprego nas indústrias de energia eólica no Brasil	189
	D. Perspectivas futuras para o setor de energia eólica no Brasil	194
	1. Expansão dos mercados eólicos na América Latina	194
	2. A energia eólica e a estratégia de desenvolvimento a longo prazo brasileira	195
	3. Análise à luz da abordagem do <i>Big Push</i> para a Sustentabilidade	196
	E. Conclusão.....	197
	Bibliografia	198
	Anexo XII.1.....	200
XIII.	Da subsistência ao desenvolvimento: o processo de construção da Associação de Catadores de Materiais Recicláveis de Lavras – MG	201
	<i>Eliane Oliveira Moreira, Jucilaine Neves Sousa Wivaldo</i>	
	Resumo	201
	A. Introdução.....	202
	B. O material reciclável e o contexto brasileiro da década de 1990: breve histórico	203
	C. Uma construção social dialogada: o processo histórico inicial da ACAMAR e a FPDA.....	204

D.	Desenvolvimento em perspectiva: desenvolvimento sustentável, a ACAMAR e o <i>Big Push</i> para a Sustentabilidade	207
E.	Considerações finais.....	210
	Bibliografia	211
XIV.	Projeto Tipitamba: transformando paisagens e compartilhando conhecimento na Amazônia.....	213
	<i>Oswaldo Ryohei Kato, Anna Christina M. Roffé Borges, Célia Maria B. Calandrini de Azevedo, Debora Veiga Aragão, Grimoaldo Bandeira de Matos, Lucilda Maria Sousa de Matos, Maurício Kadooka Shimizu, Steel Silva Vasconcelos, Tatiana Deane de Abreu Sá</i>	
	Resumo.....	213
A.	Introdução.....	214
B.	O Projeto Tipitamba.....	214
C.	O potencial transformador dos investimentos no Sistema Tipitamba	218
D.	Os impactos econômicos, sociais e ambientais do Projeto Tipitamba	219
E.	Relação do caso estudado com o <i>Big Push</i> para a Sustentabilidade	223
F.	Conclusão	225
	Bibliografia	226
XV.	Desenvolvimento sustentável e geração de impacto positivo: caso Natura e Amazônia.....	227
	Resumo.....	227
A.	Introdução.....	227
B.	Modelo de negócio sustentável	228
	1. Estudo de caso Ucuuba.....	229
C.	Estruturação de investimentos no âmbito do Programa Natura Amazônia	231
	1. Ciência, tecnologia e inovação	232
	2. Fortalecimento institucional.....	233
	3. Cadeias produtivas	234
D.	Relação entre o estudo de caso e o <i>Big Push</i> para a Sustentabilidade	235
E.	Conclusão	237
	Bibliografia	238
	Anexo XV.1	239

Tabelas

Tabela I.1	Compromissos Ambientais CSP.....	30
Tabela II.1	Grupos de famílias atendidos pelo Plano Emergencial e assessoria técnica do Procase.....	54
Tabela II.2	Procase e ODS nos Planos Emergenciais	55
Tabela IV.1	Indicadores de Desenvolvimento Sustentável elencados pela CEPAL e a aderência do PE Verde da Braskem	85
Tabela VI.1	Funções das unidades de tratamento e resultados esperados.....	106
Tabela VIII.1	Histórico das emissões de RCE relativas ao Projeto MDL 0268	131
Tabela X.1	Linhas de ação do Programa Cisternas	158
Tabela X.2	Comparativo entre médias de indicadores populacionais e socioeconômicos.....	162
Tabela X.3	Impactos do Programa Cisternas nas dimensões econômica, social e ambiental	164
Tabela XII.1	Projeção de geração de energia eólica em 2025.....	195
Tabela XII.2	Lista de entrevistados/representantes das empresas do setor de energia eólica	200
Tabela XV.1	Principais diretrizes e compromissos do PAM.....	232

Gráficos

Gráfico I.1	Produção de placas da CSP.....	33
Gráfico I.2	Geração de empregos diretos e indiretos.....	34
Gráfico I.3	Participação em aços de alto valor agregado no portfólio da CSP.....	35
Gráfico I.4	Empresas em SGA e Caucaia de 2010 a 2017.....	38
Gráfico I.5	Exportações de produtos metalúrgicos em SGA.....	39
Gráfico I.6	Exportação do Ceará.....	39
Gráfico I.7	Número de microempreendedores individuais (MEI) instalados em SGA e Caucaia em 2010 e 2018.....	40
Gráfico I.8	Salário médio mensal em SGA e Fortaleza.....	41
Gráfico I.9	Empregos em SGA por gênero de 2010 a 2017.....	43
Gráfico III.1	Impacto no orçamento anual com a compra de sacas de farinha nos grupos familiares das aldeias Beija-flor, Flecheira e Morada Nova.....	66
Gráfico III.2	Impacto no orçamento mensal com a venda de uma saca de farinha nos grupos familiares das aldeias Beija-Flor, Flecheira e Morada Nova.....	67
Gráfico IV.1	Evolução da porcentagem de Fornecedores de Etanol da Braskem que se adequaram aos requisitos de Conformidade (obrigatórios) e Excelência (pontos de melhoria contínua).....	82
Gráfico V.1	Representatividade do valor comercializado em relação à renda bruta antes (safra 2013-2014) e no final (safra 2015-2016) do período de vigência do projeto.....	93
Gráfico V.2	Renda Bruta no Período de Execução do PAS (2012 a 2017).....	97
Gráfico VI.1	Concentrações afluyente e efluente de DBO ₅	109
Gráfico VI.2	Concentrações afluyente e efluente de nitrogênio amoniacal.....	109
Gráfico VI.3	Concentrações afluyente e efluente de fósforo total.....	110
Gráfico VI.4	Concentrações afluyente e efluente de <i>E. coli</i>	110
Gráfico XII.1	Capacidade instalada, financiamento do BNDES e investimento total setor de energia eólica no Brasil, 2005-2014.....	191
Gráfico XII.2	Patentes registradas relacionadas à energia eólica no Brasil de acordo com o conteúdo tecnológico, 1991-2016.....	193
Gráfico XII.3	Evolução dos preços dos leilões de energia eólica no Brasil (Proinfa), 2009-2018.....	193

Quadros

Quadro IX.1	Breve histórico do PICG.....	139
Quadro XI.1	Técnicas aplicadas à restauração.....	173

Mapas

Mapa V.1	Área de implementação da iniciativa Assentamentos Sustentáveis na Amazônia.....	93
Mapa X.1	Distribuição territorial das tecnologias apoiadas no âmbito do Programa Cisternas.....	160
Mapa XII.1	Distribuição regional das principais montadoras de turbinas eólicas e principais fabricantes de turbinas eólicas no Brasil.....	190
Mapa XV.1	Famílias fornecedoras da sociobiodiversidade.....	239

Figuras

Figura I.1	Posição geográfica estratégica do CIPP em relação a Europa, Estados Unidos e África.....	24
Figura I.2	Correia transportadora enclausurada responsável pelo transporte das principais matérias-primas do Porto para CSP e placas da CSP no Porto do Pecém	25
Figura I.3	ZPE Ceará.....	26
Figura I.4	Vista superior CSP	27
Figura I.5	A CSP encontra-se entre os projetos com melhores indicadores de implantação do mundo	29
Figura I.6	Sementes coletadas e mudas de plantas nativas	29
Figura I.7	Plantio de mudas e livro publicado pela CSP	30
Figura I.8	Impermeabilização e aspersão de água do pátio de matérias primas	31
Figura I.9	Cronologia da primeira estaca à primeira placa	33
Figura I.10	Do Ceará para o mundo	35
Figura I.11	Laboratórios CSP.....	36
Figura I.12	Termoelétrica CSP	37
Figura II.1	Campo de palma irrigada em sistema emergencial/SAF recém implantado na Vila Lafayette, município de Monteiro.....	51
Figura II.2	Vista parcial do SAF do Assentamento Beira Rio, no município de Camalaú	51
Figura II.3	Implantação do SAF na comunidade do Riacho de Sangue, município de Barra de Santa Rosa.....	52
Figura II.4	Sistema Agroflorestal na Comunidade Bom Sucesso, município de Sossego.....	53
Figura III.1	Mandioca da variedade denominada pelos Tûkûna como “Samaúma”, aldeia Morada Nova.....	61
Figura III.2	Mandioca da variedade identificada como “Cruvilha” pelos Tûkûna, aldeia Flecheira.....	61
Figura III.3	Mandioca roxa doada por indígenas da aldeia Jarinal e colhida da roça de isolados da TI Vale do Javari, aldeia Beija-Flor.....	62
Figura III.4	Roçado com algumas variedades da mandioca em consórcio com outras espécies e floresta, aldeia Beija-Flor	62
Figura III.5	Wadawi Gracinha Kanamari, durante a preparação do cipó Timbó para a fabricação de teçumes, aldeia Beija-Flor	63
Figura III.6	Djana Eraci Kanamari, durante a confecção de teçume feito de cipó timbó, aldeia Flecheira.....	63
Figura III.7	Novelo de fio de tucum produzido por Tsawi Dilce Kanamari	64
Figura IV.1	Esquema ilustrativo da análise de ciclo de vida do PE Verde da Braskem	79
Figura IV.2	Estimativa do uso de terra agricultável para produção de matérias-primas renováveis para produção de produtos não energéticos e bioplásticos 2018 e 2023	82
Figura IV.3	Itens avaliados nos requisitos de Meio Ambiente e de Trabalhadores e Comunidade do pilar de Conformidade dentro do programa de Compra Responsável de Etanol da Braskem	84
Figura V.1	Dimensões consideradas na definição dos 20 indicadores de sustentabilidade da iniciativa	94
Figura V.2	Critérios para repasse de PSA	96
Figura VI.1	Layout do sistema de coleta, tratamento e reúso agrícola familiar.....	106
Figura VI.2	Reator UASB projetado para o estudo	107
Figura VI.3	Lagoas de polimento projetadas para o estudo	107

Figura IX.1	Vista aérea do PICG	140
Figura IX.2	Alunos em atividade sobre mudas de árvores nativas	142
Figura IX.3	Módulo de controle de geração e consumo de energia fotovoltaica do I2S	145
Figura IX.4	Ciclo de investimentos.....	149
Figura X.1	Principais tipos de tecnologias implantadas	159
Figura XII.1	Produtos da cadeia de suprimento de acordo com o grau de conteúdo tecnológico	192
Figura XIV.1	Trituração da biomassa, cobertura morta, plantio direto e sistema de produção sem uso do fogo e opções de continuidade (sentido horário)	216
Figura XIV.2	Ações de capacitação e intercâmbio de agricultores.....	218
Figura XIV.3	Minibibliotecas da Embrapa	218
Figura XIV.4	Sistema tradicional de derruba-e-queima e preparo de área sem queima do Sistema Tipitamba.....	220
Figura XIV.5	Implantação de sistemas agroflorestais multiestratos em áreas preparadas e cultivo de plantas perenes em áreas preparadas com corte-e-trituração.....	221

Prefácio

Grande impulso para 2030

*Carlo Pereira**

Em 2015, a ONU propôs aos seus países membros uma nova agenda pelo desenvolvimento sustentável. Composta por 17 Objetivos Globais, a Agenda 2030 representa mais do que os desafios do presente, ela prevê oportunidades para o futuro. Só podemos atingir a prosperidade econômica se não deixarmos ninguém para trás, como pregam os ODS. E quando falamos em avançar sem aceitar retrocessos, fazemos referência às dimensões social, econômica e ambiental do desenvolvimento, também abordadas pela ideia de *Big Push* para a Sustentabilidade, à qual esta publicação se refere.

Começando pela dimensão social, entendemos que erradicar a pobreza (ODS 1) e reduzir as desigualdades (ODS 10) são objetivos capazes de trazer ganhos econômicos para as empresas através da inclusão de quem atualmente se encontra à margem. Como exemplo, a igualdade de gênero (ODS 5) tem potencial de injetar US\$ 5,8 trilhões na economia global, mas demoraria 257 anos para ser efetivada, se continuarmos no ritmo em que estamos. Quem agir primeiro, aproveitará da melhor forma as oportunidades da inclusão.

A dimensão econômica atravessa todos os ODS, mas é tema central de alguns, como o ODS 8 —Trabalho decente e crescimento econômico (uma declaração de que um não existe sem o outro) e o ODS 9, que visa a promoção de uma industrialização inclusiva e sustentável, além do fomento à inovação. Já o ODS 12— Consumo e produção responsáveis, abre caminho para a integração sustentável entre economia e meio ambiente, de onde tiramos os recursos para a nossa sobrevivência no planeta.

Alguns pontos de vista ainda defendem ser necessário desconsiderar a dimensão ambiental do desenvolvimento, ignorando as oportunidades dela decorrentes. O ODS 15, por exemplo, visa a

* Diretor-executivo da Rede Brasil do Pacto Global.

preservação da vida na terra, com o combate à desertificação e degradação do solo como metas. A preservação da terra permite a viabilidade econômica de empresas produtoras de alimento, que serão responsáveis pela subsistência de uma população mundial que chegará a 9,7 bilhões de pessoas em 2050 (ODS 2 – Fome zero e agricultura sustentável). A sustentabilidade fornece terreno fértil para o crescimento econômico.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável representam questões atuais com impactos que podem ser positivos ou negativos nos próximos anos, a depender da forma como gerimos as soluções. A crise climática, por exemplo, não permite hesitações, requer ações ágeis pela prosperidade dos negócios, ecossistemas e pela humanidade (ODS 13). Por isso que, em 2020, a reunião do Fórum Econômico Mundial colocou as mudanças climáticas como o maior risco da década, à frente de crises financeiras. De acordo com o relatório Riscos Globais 2020, lançado pela instituição, o custo da inércia será de US\$ 1 trilhão para as 200 maiores empresas do mundo.

A Rede Brasil do Pacto Global é a maior plataforma de promoção dos ODS junto ao setor empresarial no país. Em 2019, contamos com o apoio da consultoria Falconi para traçar nosso planejamento estratégico para os próximos 10 anos. No processo de pesquisa para construir nossas metas, descobrimos que, no ritmo em que o Brasil se encontra, apenas o ODS 7 —Energia limpa e acessível, tem indicadores suficientes para ser atingido até 2030. Precisamos fazer mais, e não conseguimos evoluir sozinhos.

Por isso, aplaudimos e apoiamos a iniciativa da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), de reconhecer as iniciativas que estão agindo por um *Big Push* de Sustentabilidade, que corresponde ao tipo de desenvolvimento econômico e socioambiental do qual somos porta-vozes. A CEPAL compreende a necessidade de alavancar investimentos nacionais e estrangeiros através da coordenação de políticas públicas e privadas para gerar um ciclo de crescimento econômico virtuoso, capaz de gerar emprego e renda, reduzir desigualdades e promover a sustentabilidade. Em suma, articular diversos atores (ODS 17) em prol do cumprimento da Agenda 2030.

O Secretário-geral da ONU, António Guterres, chamou a nossa década de "A Década da Ação". Muitos avanços já foram feitos, mas também alguns retrocessos, em busca de um futuro mais sustentável. No entanto, para chegarmos em 2030 com o cumprimento das metas dos ODS, precisamos fazer mais, precisamos de um *big push*. As soluções que necessitamos podem vir do exemplo. Aproveite a leitura para inspirar-se na experiência de iniciativas que já estão vivendo o hoje como se fosse 2030.

Apresentação

*Alicia Bárcena**

A Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) das Nações Unidas recentemente completou 70 anos de existência, marcada por trabalhos seminais, abordagens inovadoras e direcionamentos de políticas orientados para o desenvolvimento com sustentabilidade e igualdade. Ao longo desse período, o pensamento cepalino renovou-se e atualizou-se à medida que as economias da região se transformaram. Ao mesmo tempo, a CEPAL reafirmou a sua abordagem teórica conforme as características estruturais do desenvolvimento da região, que foram reproduzidas nessas últimas décadas e em muitos casos aprofundadas.

A CEPAL identifica e analisa, desde o seu nascimento, as profundas brechas estruturais que persistem nas economias latino-americanas, tais como assimetrias competitivas e tecnológicas, os desafios para convergência com níveis de renda superiores, as ineficiências da desigualdade e as implicações da sobre-exploração dos recursos naturais. No campo propositivo, a CEPAL tem apontado direções para uma mudança estrutural progressiva, orientada pela visão de que um desenvolvimento econômico sustentável depende criticamente de um meio ambiente saudável e de uma sociedade construída sobre a base da igualdade. Nos últimos anos, temos nos empenhado para articular uma proposta renovada que reflita essa visão, articulada em torno de um grande impulso (*big push*) para a sustentabilidade, para promover a construção de um estilo de desenvolvimento sustentável.

O *Big Push* para a Sustentabilidade é uma abordagem que a CEPAL vem desenvolvendo para apoiar os países da região na construção de estilos de desenvolvimento mais sustentáveis, baseada na coordenação de políticas para promover investimentos sustentáveis, que produzam um ciclo virtuoso de crescimento econômico, geração de emprego e renda e redução de desigualdades e lacunas estruturais, ao mesmo tempo que mantêm e regeneram a base de recursos naturais da qual o desenvolvimento depende. Viemos trabalhando nessa abordagem em um momento oportuno, no qual

* Secretária-Executiva da CEPAL.

a preocupação com a sustentabilidade ambiental, a igualdade e a retomada da atividade econômica se instalou na agenda internacional. Assim, em 2015, 193 países aprovaram a Agenda 2030 e seus 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, que norteiam uma transformação estrutural dos estilos de desenvolvimento em suas dimensões social, econômica e ambiental. Em conformidade com a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, o *Big Push* para a Sustentabilidade não deixará ninguém para trás e deve servir para a erradicação da fome e da pobreza em todas as suas formas.

Nesse contexto, tenho o prazer de apresentar esta publicação, intitulada *Investimentos transformadores para um estilo de desenvolvimento sustentável: Estudos de casos de grande impulso (Big Push) para a sustentabilidade no Brasil*, que traz estudos de casos concretos que não apenas ilustram a viabilidade, mas também nos apresentam as lições aprendidas, as oportunidades e os desafios para um *Big Push* para a Sustentabilidade no Brasil. A publicação é fruto do esforço voluntário dos autores dos capítulos, de diversos setores e áreas de formação, em registrar e dar visibilidade a experiências que podem se tornar exemplos a serem replicados, unindo teoria e prática.

O leitor interessado em exemplos de ações reais que têm sido bem-sucedidas em promover investimentos com impactos positivos nas três dimensões do desenvolvimento sustentável (social, econômica e ambiental) encontrará na seleção de capítulos reunidos na presente publicação um material de grande utilidade. Esta publicação apresenta um panorama das amplas possibilidades para a realização de investimentos sustentáveis em diversas escalas (em nível de empresas, de comunidades, de municípios, de regiões e nacional), em várias práticas e tecnologias sustentáveis (desde sistemas agroflorestais e de produtos da química verde até sistemas de saneamento básico rural e desenvolvimento da indústria eólica) e por meio de uma rica pluralidade de medidas, políticas, arranjos de governança e fontes de financiamento. Os estudos de casos retratados nesta publicação são luzes que podem nos orientar rumo a um futuro sustentável e igualitário.

O Brasil é o maior país e economia da América do Sul e tem sido objeto de análise da CEPAL quanto a suas experiências e políticas sustentáveis que possam contribuir para o desenvolvimento regional. Esta publicação vem demonstrar essa atenção da CEPAL para o Brasil, consolidando uma relação de cooperação e de estudos conjuntos de várias décadas.

Sem mais preâmbulos, convido cordialmente o leitor a mergulhar nestas páginas com o fim de ampliar sua compreensão sobre as complexidades, os desafios e, fundamentalmente, as possibilidades para um *Big Push* para a Sustentabilidade no Brasil nos contextos atuais da sociedade, da economia e do meio ambiente, que claramente exigem um novo estilo de desenvolvimento com igualdade e sustentabilidade ambiental.

Introdução

Carlos Mussi*
Camila Gramkow**

Os dias atuais são marcados por uma conjuntura de busca pela recuperação do vigor econômico no Brasil e no mundo. Essa recuperação toma contornos complexos, uma vez que, aos aspectos conjunturais, se somam os desafios estruturais dos quais depende a própria sustentabilidade da atividade econômica no longo prazo, incluindo os limites planetários, a emergência climática e a ineficiência da desigualdade. O mundo no qual nos encontramos requer um novo estilo de desenvolvimento, em cujo centro estejam a igualdade e a sustentabilidade. É essa a visão desenvolvida pela Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) das Nações Unidas que define a abordagem para apoiar os países da região na construção de estilos de desenvolvimento mais sustentáveis, chamada *Big Push* para a Sustentabilidade. A Agenda 2030 e seus 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2015) orienta e promove essa visão da CEPAL. Essa abordagem representa uma coordenação de políticas (públicas e privadas, nacionais e subnacionais, setoriais, fiscais, regulatórias, financeiras, de planejamento, etc.) que alavanquem investimentos nacionais e estrangeiros para produzir um ciclo virtuoso de crescimento econômico, geração de emprego e renda, redução de desigualdades e brechas estruturais e promoção da sustentabilidade ambiental. Assim, os volumosos investimentos necessários para a transição para um modelo econômico resiliente, de baixo carbono e sustentável são colocados como uma oportunidade de gerar um grande impulso (*big push*) para um novo ciclo de crescimento econômico e de promoção da igualdade, contribuindo para a construção de um desenvolvimento mais sustentável, no seu tripé econômico, social e ambiental.

Os delineamentos conceituais básicos do *Big Push* para a Sustentabilidade foram desenvolvidos pela CEPAL (CEPAL, 2016 e 2018). O elemento chave dessa abordagem são os investimentos, que são

* Diretor do Escritório da CEPAL no Brasil.

** Oficial de Assuntos Econômicos, Escritório da CEPAL no Brasil.

o principal elo entre o curto e o longo prazo. Os investimentos de hoje explicam a estrutura produtiva de amanhã, que por sua vez determina a competitividade, a produtividade e o tipo de inserção no comércio internacional. Além disso, ela também determina a capacidade de geração de empregos de qualidade com inclusão produtiva e se a atividade econômica será contaminante ou ecológica. Atualmente, é mais verdadeiro do que nunca afirmar que as economias que investem pouco tendem a se posicionar na periferia do sistema econômico global. Os investimentos são fundamentais para que as mudanças profundas e estruturais que já estão em curso, desde a revolução tecnológica (transformação digital da economia, bioeconomia, nanotecnologia, etc.) até a transição demográfica, tornem-se oportunidade para o desenvolvimento sustentável —e não novos desafios para a sobrevivência de nossas economias e sistemas sociopolíticos. Em suma, a qualidade de nosso futuro depende crucialmente do tipo de investimento que é realizado hoje.

Na abordagem do *Big Push* para a Sustentabilidade, os investimentos devem ser orientados por uma tripla eficiência, para que sejam compatíveis com a construção de estilos de desenvolvimento sustentáveis. A primeira, é a eficiência schumpeteriana, segundo a qual uma matriz produtiva mais integrada, complexa e intensiva em conhecimento gera externalidades positivas de aprendizagem e inovação que se irradiam para toda a cadeia de valor. Estruturas produtivas que permitem acelerar o fluxo de informações e de conhecimentos tendem a ser economias mais eficientes, mais inovadoras e mais preparadas para se inserir competitivamente em mercados que remuneram melhor os bens e serviços produzidos. Essa é uma eficiência muito associada ao lado da oferta, ou seja, das capacidades produtivas e tecnológicas instaladas. A segunda eficiência é a keynesiana, que destaca que há ganhos de eficiência da especialização produtiva em bens cuja demanda cresce relativamente mais, gerando efeitos multiplicadores e impactos positivos na economia e nos empregos. Economias que conseguem acessar mercados em expansão podem aumentar sua produção em uma velocidade maior do que aumentam seus custos (economias de escala) e, quando opera negócios diversos simultaneamente, pode aumentar a eficiência conjunta da produção, com conseqüente redução de custos e aumento da qualidade (economia de escopo). Essa segunda eficiência destaca elementos do lado da demanda que se reforçam, criando um círculo virtuoso de competitividade, inovação e produtividade. A eficiência keynesiana está muito relacionada com a eficiência schumpeteriana, uma vez que os mercados que mais crescem tendem a ser aqueles com maior dinamismo tecnológico e de inovação. Somadas, as eficiências schumpeteriana e keynesiana criam as condições para uma inserção competitiva favorável. Contudo, é necessária a terceira eficiência para garantir a sustentabilidade de longo prazo, que é a eficiência da sustentabilidade, a qual se relaciona com a clássica eficiência no tripé econômico, social e ambiental. Essa eficiência destaca que os investimentos devem ser economicamente viáveis, o que requer pensar sobre fontes de financiamento e origem dos recursos. No âmbito social, além de justiça social e promoção da igualdade, na abordagem do *Big Push* para a Sustentabilidade, também é necessário um sistema seguro e justo de arbitragem de conflitos, que não deixe ninguém para trás. O eixo ambiental da eficiência da sustentabilidade reforça que os investimentos sustentáveis devem diminuir a pegada ambiental e os impactos ambientais, ao mesmo tempo em que recupera a capacidade produtiva do capital natural. Juntas, as eficiências schumpeteriana, keynesiana e da sustentabilidade tornam-se pilares para a construção de estilos de desenvolvimento sustentáveis.

Na abordagem do *Big Push* para a Sustentabilidade, a coordenação de políticas em torno da tripla eficiência é chave para destravar investimentos nacionais e estrangeiros, não apenas em práticas, tecnologias, cadeias de valor e infraestrutura sustentáveis, mas também em capacidades tecnológicas e educação para equipar a força de trabalho com as habilidades necessárias para o futuro. A coordenação é simultaneamente o desafio crítico e a principal oportunidade do *Big Push* para a Sustentabilidade. Se uma ampla gama de políticas (públicas e corporativas, nacionais e subnacionais, setoriais, tributárias, regulatórias, fiscais, financeiras, de planejamento, etc.) estiver alinhada e coesa com os pilares de um novo estilo de desenvolvimento, um ambiente favorável para mobilizar os investimentos necessários será estabelecido, ancorado em incertezas reduzidas, sinais de preços

corrigidos e um *mix* de políticas adequado. O consequente aumento dos investimentos sustentáveis leva, então, a um ciclo virtuoso de crescimento econômico, criação de empregos, desenvolvimento de cadeias produtivas, redução da pegada ambiental e impactos ambientais, ao mesmo tempo em que recupera a capacidade produtiva do capital natural.

A CEPAL iniciou uma discussão sobre as oportunidades e os desafios para um *Big Push* para a Sustentabilidade no Brasil (CEPAL/FES, 2019). Dentre as oportunidades, destaca-se o grande potencial para os investimentos de baixo carbono no país, na ordem de US\$ 1,3 trilhões até 2030 em setores tais como infraestrutura urbana (mobilidade, edificações, resíduos etc.), energias renováveis e indústria (IFC, 2016). Foram ressaltados também, os ganhos competitivos das firmas no Brasil que já investem em tecnologias sustentáveis (em termos de redução de custos, aumento de qualidade, aumento de *market share*, acesso a novos mercados etc.), a maior facilidade de acesso a financiamento para empresas que possuem uma governança ambiental e social e a existência de uma ampla base de capacidades produtivas e tecnológicas voltadas à sustentabilidade. Outro ponto identificado foi o oportuno momento atual, no qual se está discutindo caminhos para a recuperação da economia brasileira. Esse contexto pode ser uma oportunidade para o país direcionar esforços para acelerar os investimentos sustentáveis. A questão da coordenação é fundamental nessa discussão, já que foi identificado um potencial muito grande de destravar investimentos sustentáveis no país por meio de um esforço robusto e detalhado de coordenação de políticas, que remova sinais contraditórios e barreiras. Contudo, há também desafios para o Brasil, que incluem custos relativos ao *carbon lock-in* (relacionados à transição de paradigma tecnológico, especialmente nos setores mais poluentes), reduzido espaço fiscal para formulação de novas políticas —particularmente no contexto da Emenda Constitucional 95/2016— e o contexto federativo do país, que impõe necessidade de ampla coordenação entre os entes federativos.

Buscando aterrissar os delineamentos conceituais da abordagem do *Big Push* para a Sustentabilidade no mundo real, a CEPAL realizou uma Chamada Aberta de Estudos de Casos de Investimentos para o Desenvolvimento Sustentável no Brasil, que contou com a parceria institucional do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e da Rede Brasil do Pacto Global das Nações Unidas, bem como com o apoio da Agência de Cooperação Alemã (Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit – GIZ) e da Fundação Friedrich Ebert Stiftung (FES). A chamada, lançada em 8 de abril de 2019 na ocasião do lançamento do Relatório sobre Oportunidades e Desafios para o *Big Push* para a Sustentabilidade no Brasil (CEPAL/FES, 2019) no Insper em São Paulo, convidou pesquisadores, profissionais do setor privado, empresários, representantes da sociedade civil, formuladores de políticas públicas e servidores públicos a enviar estudos de casos sobre investimentos com impacto para o desenvolvimento sustentável no Brasil, em linha com o *Big Push* para a Sustentabilidade. Encerrada em 16 de agosto de 2019, foram recebidos um total de 131 estudos de casos. Houve uma grande diversidade de setores, pluralidade de atores, heterogeneidade de regiões e variedade de iniciativas entre os estudos enviados. Quanto aos setores, a maior parte dos casos é relacionada à Infraestrutura (30% do total de estudos), seguida por Agropecuária e Uso do Solo (28%), Indústria (13%), Reciclagem e Resíduos (11%) e outros. Sobre os tipos de iniciativas analisadas nos casos, nota-se que as principais foram relacionadas a políticas públicas (26% do total de estudos) e políticas corporativas (19%), seguidas por políticas de cooperação internacional (5%), medidas implementadas pelo Sistema S (2%) e combinações. Em termos de cobertura geográfica, a maior parte dos casos concentrou-se no nível nacional (28%), sendo que também houve estudos focados em áreas das regiões Sudeste (20%), Nordeste (17%), Sul (13%), Norte (12%), Centro-Oeste (8%) e combinações dessas.

A partir dos 131 estudos de casos recebidos, um Comitê de Avaliação, formado por especialistas em desenvolvimento sustentável do IPEA, do Governo Federal Brasileiro e da CEPAL, analisou os casos enviados. Desses, 66 estudos foram considerados elegíveis como casos de *Big Push* para a Sustentabilidade, sendo que o principal critério de elegibilidade foi que os estudos de caso

conseguissem reportar pelo menos um indicador de cada dimensão do desenvolvimento sustentável (econômico, social e ambiental), conforme estabelecido nas Regras da Chamada (CEPAL, 2019). Todos os 66 casos elegíveis estão disponíveis no “Repositório de casos sobre o *Big Push* para a Sustentabilidade no Brasil”, hospedado pela CEPAL (CEPAL, 2020). O repositório tem como objetivo dar visibilidade e oportunidade de *showcase* às experiências e iniciativas que geraram resultados concretos em direção à sustentabilidade do desenvolvimento. A partir delas, ficarão mais claros as oportunidades e os desafios para um *Big Push* para a Sustentabilidade no país.

O Comitê de Avaliação também selecionou os estudos de casos mais transformadores rumo ao *Big Push* para a Sustentabilidade no Brasil e são esses estudos selecionados que compõem os 15 capítulos da presente publicação. Os critérios para a seleção dos casos mais transformadores foram a quantidade dos indicadores reportados nas três dimensões (social, econômica e ambiental) e a análise dos vínculos do caso estudado com o *Big Push* para a Sustentabilidade e a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, além de buscar representar a heterogeneidade e pluralidade de desafios e soluções para o *Big Push* para a Sustentabilidade no Brasil.

No primeiro capítulo, Alex Maia do Nascimento e coautores, todos funcionários da Companhia Siderúrgica do Pecém (CSP) relatam o caso do maior projeto de investimento privado realizado na história do Estado do Ceará, com valor superior a US\$ 5 bilhões, que foi o estabelecimento da CSP. O caso da CSP ilustra como investimentos em uma siderúrgica moderna e integrada vem contribuindo para a construção de um estilo de desenvolvimento sustentável localmente, por meio de adoção de tecnologias sustentáveis de ponta, recuperação florestal, capacitação de pessoas, geração de empregos, agregação de valor às exportações do país, etc. O segundo capítulo, de autoria de Leonardo Bichara Rocha (Fundo Internacional para o Desenvolvimento da Agricultura – FIDA), Thiago César Farias da Silva (Procace, Paraíba) e Donivaldo Martins (FIDA), apresenta o caso do Projeto de Desenvolvimento Sustentável do Cariri, Seridó e Curimatá (Procace), apoiado pelo FIDA e pelo Estado da Paraíba. O estudo do Procace evidencia como investimentos no combate à desertificação do sistema Caatinga, por exemplo, em poços, barragens, dessalinizadores e sistemas agroflorestais (SAFs), podem contribuir para redução da pobreza, segurança hídrica e alimentar, redução de custos, geração de renda, diversificação produtiva etc.

No Capítulo III, assinado por Cairo Guilherme Milhomem Bastos, Fernando Esteban do Valle e Tatiana Ribeiro Souza Brito, da Fundação Nacional do Índio (FUNAI), relatam o caso de iniciativas realizadas na Terra Indígena Kanamari do Rio Juruá, Sudoeste Amazônico. O estudo exemplifica que investimentos de baixo montante, por exemplo, da ordem de R\$ 9 mil para construção de casas de farinha, podem estimular a reprodução do sistema agrícola indígena e reafirmar os saberes desses povos como uma capacidade tecnológica que agrega valor à farinha produzida nas aldeias e a diferencia das demais. O caso ressalta a importância dos saberes e tradições indígenas, da valorização do papel da mulher e da atuação de forma colaborativa para se pensar em soluções de desenvolvimento sustentável adaptadas ao contexto amazônico. O Capítulo IV, de autoria de Adriana Mello, Jorge Soto e José Augusto Viveiro, todos da Braskem, ilustra o potencial da química verde do futuro, a partir do estudo de caso do desenvolvimento do Polietileno Verde (PE Verde) pela Braskem. Esse caso exemplifica como a indústria química pode se tornar uma indústria sustentável, inclusiva e competitiva a partir do potencial transformativo da produção de polímeros de fontes renováveis, que são abundantes no país. O estudo evidencia a importância de uma trajetória consistente de investimentos em tecnologia e inovação, do processo de aprendizado e do compromisso de longo prazo da empresa com a sustentabilidade.

No Capítulo V, Erika de Paula P. Pinto e coautores, todos do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), apresentam o estudo de caso do projeto Assentamentos Sustentáveis da Amazônia, apoiado pelo Fundo Amazônia, que traz um exemplo de como podem ser realizados investimentos para a promoção de territórios rurais sustentáveis na região. O caso ilustra a importância de uma estratégia coordenada de ações (de assistência técnica e extensão rural a incentivos econômicos) a partir de uma

abordagem integrada de conservação e produção em territórios rurais ocupados pela agricultura familiar para a construção de estilos de desenvolvimento sustentáveis, sem promover a derrubada de novas áreas de floresta. O Capítulo VI, assinado por Mateus Cunha Mayer (Instituto Nacional do Semiárido – INSA), Rodrigo de Andrade Barbosa (INSA), George Rodrigues Lambais (INSA), Salomão de Sousa Medeiros (INSA), Adrianus Cornelius Van Haandel (Universidade Federal de Campina Grande) e Silvânia Lucas dos Santos (Universidade Federal do Rio Grande do Norte), traz o estudo de caso do desenvolvimento de uma tecnologia de saneamento básico rural familiar, originalmente desenhada para o Seminário brasileiro. O caso trata de um sistema de coleta, tratamento e reúso agrícola familiar de fácil instalação e custo acessível que poderia alavancar a universalização do saneamento rural no Brasil, com benefícios diretos sobre a produção agrícola e indiretos sobre geração de renda, redução de pobreza e segurança alimentar.

O Capítulo VII, de autoria de Airton José Morganti Júnior (Consórcio Machadinho), José Lourival Magri (ENGIE Brasil Energia) e Selia Regina Felizari (Associação de Produtores de Erva-Mate de Machadinho – Apromate), apresenta o desenvolvimento e os resultados de um novo sistema produtivo da erva-mate no Estado do Rio Grande do Sul, que culminou na Cambona 4, uma variedade obtida a partir de melhoramento genético. Combinado com sistemas agroflorestais (SAFs), esse novo sistema produtivo restaurou e protegeu dezenas de nascentes, implantou sumidouros de carbono com reflorestamento e gerou aumento de renda para as famílias envolvidas no SAF, enquanto promoveu a industrialização na cadeia de valor e a maior rentabilidade da erva-mate. No Capítulo VIII, José Lourival Magri e Mario Wilson Cusatis, ambos da ENGIE Brasil Energia, estudam o caso da Unidade de Cogeração Lages (UCLA) em Santa Catarina a partir da ótica da economia circular. Esse caso ilustra como resíduos do setor madeireiro podem ser aproveitados para fins energéticos na UCLA e como as cinzas da biomassa da madeira geradas na UCLA podem ser aproveitadas para aumentar a produtividade e reduzir custos na agricultura, gerando redução de emissões de gases do efeito estufa que podem ser compensadas sob o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Trata-se de um exemplo de como a economia circular pode gerar oportunidades para o desenvolvimento social, econômico e ambiental.

No Capítulo IX, Rogério Atem de Carvalho (Polo de Inovação Campos dos Goytacazes) estuda o caso do modelo de ação do Polo de Inovação Campos dos Goytacazes (PICG), do Instituto Federal Fluminense, no Estado do Rio de Janeiro. O caso ilustra um modelo capaz de coordenar e articular diversos atores (comunidade, pesquisadores de diferentes áreas de especialidade, setor produtivo, governos em vários níveis etc.) e tipos de financiamento (público e privado) para realização de investimentos em uma variedade de ações (projetos de PDI, parcerias, educação e capacitação, ações para gestão e operação do campus, dentre outras), que têm contribuído para um estilo de desenvolvimento sustentável. O Capítulo X, assinado por Vitor Leal Santana e Lilian dos Santos Rahal, ambos do Ministério da Cidadania, apresenta o caso do Programa Cisternas, que foca na construção de cisternas para captação e abastecimento de água para consumo humano e animal sob uma ótica de convivência com o Semiárido e respeito aos saberes e à cultura locais. O estudo exemplifica como investimentos, que somam mais de R\$ 3,6 bilhões e beneficiaram mais de um milhão de famílias, em tecnologias sociais podem garantir o acesso à água no meio rural em regiões sujeitas à escassez hídrica, contribuindo para o enfrentamento da pobreza, a melhoria da saúde e da segurança alimentar e a estruturação de cadeias produtivas ambiental e socioeconomicamente sustentáveis.

O Capítulo XI, assinado por Sarita Severien, Tathiane Sarcinelli e Yugo Matsuda, todos da Suzano, descreve como uma empresa que é líder mundial na produção de celulose de eucalipto vem estruturando uma estratégia de conservação da biodiversidade e de restauração ambiental, com foco em seu Programa de Restauração Ambiental. O estudo discorre sobre o desenvolvimento e o aprimoramento das ações da empresa em restauração ambiental e sobre como investir nessas ações faz sentido economicamente, já que seu *core business* depende criticamente de um capital natural saudável para alcançar seus altos índices de produtividade e mantê-los no longo prazo. O Capítulo XII,

de autoria de Britta Rennkamp (African Climate and Development Initiative, University of Cape Town), Fernanda Fortes Westin (Programa de Planejamento Energético, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro – PPE/COPPE/UFRJ) e Carolina Grottera (PPE/COPPE/UFRJ), apresenta o caso do vigoroso desenvolvimento da indústria de energia eólica no Brasil, com foco especial em Requisitos de Conteúdo Local (RCL). O estudo ilustra como a coordenação de diferentes políticas (tarifas *feed-in*, leilões, financiamento condicionado aos RCL através do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES, dentre outras) contribuiu para mobilizar investimentos para a construção de capacidades tecnológicas nacionais e para a expansão da energia eólica no país.

No Capítulo XIII, Eliane Oliveira Moreira e Jucilaine Neves Sousa Wivaldo discorrem sobre como demandas sociais locais e construídas por diferentes atores, como organizações sociais, setor público e universidades, podem gerar um grande impulso ao desenvolvimento local, a partir do estudo de caso da Associação de Catadores e Materiais Recicláveis (ACAMAR), no município de Lavras, Estado de Minas Gerais. O caso exemplifica a contribuição da dinâmica diferenciada da economia solidária, somada a investimentos de pequeno porte, para um melhor gerenciamento de resíduos sólidos e para a economia circular com geração de renda e empregos, melhoria das condições de trabalho, redução das brechas de gênero, dentre outros. O Capítulo XIV, assinado por Osvaldo Ryohei Kato e coautores, todos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), trata do estudo de caso do Sistema Tipitamba, que é uma tecnologia de corte-e-trituração desenvolvida pela Embrapa Amazônia Oriental que pode substituir o sistema de derruba-e-queima tradicionalmente praticado na agricultura familiar na Amazônia. O estudo de caso do Sistema Tipitamba, baseado no manejo sustentável da capoeira como uma alternativa para recuperar áreas alteradas e antropizadas, evitar queimadas, expansão da fronteira agrícola e aumentar a fonte de renda do agricultor, ilustra como investimentos em pesquisa e desenvolvimento podem contribuir para soluções sustentáveis para a agricultura familiar na região.

Por último, e não menos importante, o Capítulo XV, desenvolvido pela Natura, discute a evolução da relação da empresa de cosméticos Natura S.A. com o desenvolvimento sustentável da região amazônica, tendo como base a sociobiodiversidade para composição dos produtos da companhia e estruturação de programas que contribuem para o manejo sustentável da floresta em pé. Esse estudo de caso ilustra como uma empresa pode fazer da sustentabilidade seu modelo de negócios, agregando valor ao vasto capital natural do país de forma competitiva domesticamente e nos mercados globais.

Os investimentos retratados nos diferentes capítulos da presente publicação são exemplos de transformações na economia em direção a um novo estilo de desenvolvimento sustentável. Essa publicação tem o objetivo de promover o debate de estilos de desenvolvimento, a partir das demandas e capacidades de todos, nos adequando às possibilidades do planeta e nos desafiando na construção de uma sociedade mais justa e próspera.

Bibliografia

- CEPAL (Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe) (2020), "Repositório de casos sobre o *Big Push* para a Sustentabilidade no Brasil" [repositório online], Santiago, abril <https://biblioguias.cepal.org/bigpushparaasustentabilidade> [data de consulta: 28 de fevereiro de 2020].
- _____ (2019), "Regras da Chamada Aberta de Estudos de Casos sobre o *Big Push* para a Sustentabilidade no Brasil" [online], Brasília, abril <https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/regras.pdf> [data de consulta: 8 de abril de 2019].
- _____ (2018), *La ineficiencia de la desigualdad* (LC/SES.37/4), Santiago, Chile, Publicação das Nações Unidas, N° de venda: S.18-00303.
- _____ (2016), *Horizontes 2030: A igualdad no centro do desenvolvimento sustentável* (LC/G.2660/SES.36/3), Santiago, Chile, Publicação das Nações Unidas, N° de venda: S.16-00753.
- CEPAL/FES (Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe)/(Fundação Friedrich Ebert Stiftung) (2019), "*Big Push* Ambiental: Investimentos coordenados para um estilo de desenvolvimento sustentável", *Perspectivas*, N° 20, (LC/BRS/TS.2019/1 e LC/TS.2019/14), São Paulo.
- IFC (International Financial Corporation) (2016), *Climate investment opportunities in emerging markets: an IFC analysis*, Washington, DC.
- ONU (Organização das Nações Unidas) (2015), *Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável* (A/RES/70/1), Nova Iorque, Publicação das Nações Unidas.

IX. O modelo de ação do Polo de Inovação Campos dos Goytacazes

*Rogério Atem de Carvalho**

Resumo

O presente capítulo estuda o caso do modelo de ação do Polo de Inovação Campos dos Goytacazes (PICG), do Instituto Federal Fluminense, dedicado à Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação e à Extensão Tecnológica e voltado à sustentabilidade com impacto no contexto econômico, social e geográfico de sua área de influência. Com 12 anos de existência, o PICG desenvolve capacidades humanas e competências tecnológicas e inovativas, como por exemplo tecnologias inovadoras para a Produção Mais Limpa junto ao setor produtivo, ao mesmo tempo em que vem construindo uma tradição de colaboração com as comunidades locais e regionais na promoção de iniciativas de educação ambiental e desenvolvimento sustentável. O estudo discute, à luz da abordagem do *Big Push* para a Sustentabilidade, como é possível coordenar investimentos sustentáveis em inovação ao integrar e articular financiamento público e privado, ação local e nacional, e projetos simples e de alta complexidade, em um modelo que se baseia na sustentabilidade como meio, fim e objetivo permanente a ser atingido.

* Polo de Inovação Campos dos Goytacazes (PICG), Instituto Federal Fluminense (IFFluminense).

A. Introdução

Os Polos de Inovação dos Institutos Federais foram concebidos em 2013¹ e em 2015 o Polo de Inovação Campos dos Goytacazes (PICG), junto com os outros quatro primeiros polos, teve seu funcionamento regulamentado². Segundo essa regulamentação, os Polos de Inovação são destinados ao atendimento de demandas por Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PDI) das cadeias produtivas e à formação profissional para os setores de base tecnológica, devendo exercer atividades de pesquisa aplicada e prestação de serviços tecnológicos em consonância com as demandas e necessidades dos setores da economia e da sociedade, com vistas ao desenvolvimento regional e nacional. Ou seja, os Polos de Inovação surgem como iniciativa de coordenação de esforços das esferas pública (governo federal), acadêmica (Institutos Federais) e privada (empresas) em torno de ações de PDI que contribuam para o desenvolvimento. Um breve histórico do PICG é apresentado no quadro IX.1.

O PICG é uma diretoria sistêmica do Instituto Federal Fluminense (IFFluminense), com campus próprio dedicado à PDI e à Extensão Tecnológica (ET), que atua em diversas áreas do conhecimento. Apesar de ter sua denominação associada ao município em que se encontra, o PICG tem projetos de cooperação com empresas e instituições de pesquisa regionais, nacionais e internacionais. Orientado pela premissa da sustentabilidade como meio, fim e objetivo permanente a ser atingido, o PICG desenvolve projetos com empresas desde *startups* até companhias de grande porte, bem como junto às comunidades regionais e órgãos governamentais de diferentes instâncias, além de ações internas ligadas a gestão. Além disso, o PICG é uma unidade da Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPII), credenciada para desenvolvimento de projetos junto ao setor produtivo voltados para tecnologias para Produção Mais Limpa (P+L). O conceito de P+L é compreendido pelo PICG como uma iniciativa de proteção ambiental preventiva, adotada nos ciclos produtivos da indústria e agroindústria através de tecnologias para minimizar os desperdícios e as emissões de poluentes e maximizar a produção. Esse credenciamento na EMBRAPII representa um reconhecimento das competências tecnológicas do PICG na área de P+L, conferindo-lhe condições de acessar financiamento a projetos de inovação em parceria com empresas nesse campo. Para a EMBRAPII e para o MEC, o PICG é considerado uma unidade modelo de gestão, tendo apoiado a criação de diversas outras unidades, inclusive de maior porte, de Institutos Federais, Universidades públicas e privadas e Institutos Senai, na forma de treinamentos e suporte técnico-operacional. Além desse reconhecimento nacional, em 2019 o PICG obteve reconhecimento internacional, quando foi selecionado como uma “Promising Practice” pela UNESCO-UNEVOC, iniciativa que identifica e compartilha práticas promissoras em educação e capacitação técnica e vocacional (UNESCO-UNEVOC, 2019), tornando-se uma unidade modelo para a criação de unidades semelhantes na Europa, Ásia e África. De fato, em 2020 o PICG, dada suas experiências exitosas em gestão da inovação para a sustentabilidade e desenvolvimento regional, foi escolhido para liderar o projeto de formação em Gestão da Inovação para os Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa (PALOP) da UNEVOC/UNESCO, aprimorando e implantando a metodologia i-Hubs.

O objetivo desse estudo é apresentar e discutir o modelo de ação do PICG, na condição de um modelo capaz de integrar em sua gestão financiamento público e privado, articular ações locais, regionais, nacionais e internacionais, bem como executar projetos em diferentes níveis de complexidade, sob a premissa da sustentabilidade como meio, fim e objetivo permanente a ser atingido, à luz da abordagem cepalina do *Big Push* para a Sustentabilidade (CEPAL/FES, 2019). A coordenação e articulação de uma pluralidade de atores (comunidade, pesquisadores de diferentes áreas de especialidade, setor produtivo, governos em vários níveis etc.) para realização de investimentos em uma variedade de ações (projetos de PDI, parcerias, educação e capacitação, ações para gestão e operação do campus, dentre outras), que têm levado a

¹ Portaria 1.291 de 30 de dezembro de 2013 da Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica do Ministério da Educação (Setec/MEC).

² Portaria 37 de 29 de outubro de 2015 da Setec/MEC.

impactos positivos no tripé da sustentabilidade (social, econômica e ambiental) é analisada como um exemplo de *Big Push* para a Sustentabilidade. A metodologia desse trabalho consiste em revisão de bibliografia e de levantamento de informações relevantes à presente análise. A principal fonte das informações sobre os projetos e as linhas de ações desenvolvidas são dados produzidos pelo PICG.

Quadro IX.1
Breve histórico do PICG

A história do PICG se inicia em 22 de outubro de 2007, quando a Unidade de Pesquisa e Extensão Agroambiental (UPEA), foi inaugurada e implantada em uma área com cerca de 6.000 m², situada no município de Campos dos Goytacazes, ao norte do estado do Rio de Janeiro. Criada com o objetivo de apoiar o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental do IFFluminense, a UPEA realizou atividades no atendimento às demandas regionais, incluindo ações voltadas aos segmentos sociais vinculados à agricultura familiar, especialmente as comunidades pesqueiras e assentamentos rurais da região, em parceria com as prefeituras e representações comunitárias. Em 2015, após edital de seleção, a unidade é aprovada como Polo de Inovação da EMBRAPPI em Instituto Federal. Em 2016, visando fortalecer sua posição no sistema de inovação nacional, foi incorporada à sua estrutura o Centro de Referência em Sistemas Embarcados e Aeroespaciais (CRSEA), que por sua vez foi criado em 12 de dezembro de 2012, sendo o primeiro centro de referência da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica, servindo de modelo para portaria que definiu posteriormente os polos de inovação e centros de referência. Assim, ao pessoal da UPEA, com sua inteligência etnográfica desenvolvida na colaboração com as comunidades, forte cooperação com órgãos de governo e conhecimentos ambientais teórico-práticos, se somou uma equipe com sólida experiência em colaboração nacional e internacional no desenvolvimento de *softwares* de diferentes tipos e dispositivos eletromecânicos, incluindo drones, foguetes e um nanossatélite. Desta forma, amalgamaram-se equipes com larga experiência em disciplinas diversas das Engenharias Aeroespacial, Ambiental, de Computação, de Controle e Automação, Elétrica, Eletrônica, Mecânica, Química e Telecomunicações.

Tais eventos solidificaram o credenciamento do PICG junto à EMBRAPPI, tornando-o um Centro Multiusuários consolidado, onde são desenvolvidas ações de PDI, ET e ensino, com parceiros que vão de comunidades de agricultores e pescadores a empresas pequenas, incubadas, médias e grandes, em diferentes temáticas e modalidades de financiamento. Essa diversidade de ações é executada pelos seguintes laboratórios:

- i) Laboratório de Análise de Águas (LabFoz);
- ii) Laboratório de Biocombustíveis e Gestão de Resíduos (LeBio);
- iii) Laboratório de Criação e Prototipagem (CriaLab);
- iv) Laboratório de Hidrologia Aplicada (LabHidrA);
- v) Laboratório de Mecânica (LabMec);
- vi) Laboratório de Energia Fotovoltaica e Eficiência Energética (LabFV).

E associados ao CRSEA:

- vii) Laboratório de Computação Científica (LC2);
- viii) Laboratório de Telecomunicações (LabTele);
- ix) Laboratório de Eletrônica, Instrumentação e Automação (LEIA);
- x) Laboratório de Robótica (LabRo).

Fonte: Polo de Inovação Campos dos Goytacazes.

Este capítulo se estrutura da seguinte forma. Na Seção B, é apresentado o modelo de ação do PICG, incluindo descrição de suas linhas de ação e análise de como essas diferentes linhas são coordenadas e articuladas nesse modelo. A Seção C contém uma discussão sobre como o modelo PICG mobiliza e alavanca investimentos para produzir um ciclo virtuoso de desenvolvimento sustentável. Na Seção D, são apresentados os principais impactos das linhas de ação do PICG nas dimensões econômica, ambiental e social. A Seção E compreende uma análise da relação entre o modelo de ação do PICG se a abordagem do *Big Push* para a Sustentabilidade, bem como a Agenda 2030 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Por fim, na Conclusão são discutidas as principais lições aprendidas.

B. O modelo de ação do PICG

O modelo de ação do PICG é orientado pela premissa da sustentabilidade, compreendida por suas dimensões econômica, social e ambiental. Para o PICG, as três dimensões apenas serão atendidas se a sustentabilidade for vista como meio, fim e objetivo permanente a ser atingido, ou seja, se permear todo o pensar e o fazer da unidade. Assim, a sustentabilidade deve estar presente nas três dimensões sob qualquer ponto de vista que se tenha de uma atividade em planejamento ou em execução no PICG, seja ela ligada ao ensino, à pesquisa ou à extensão; parte de um projeto com uma empresa, comunidade ou governos; ou corriqueira no dia a dia do funcionamento do campus.

Assim, de maneira a aplicar essa premissa na prática, as três dimensões devem ser abordadas em toda e qualquer atividade. Na dimensão econômica, entende-se que a fonte de financiamento deve ser segura, a atividade deve ser de custo justo e seu retorno ou impacto financeiro deve ser mensurável e razoável sob os diversos pontos de vista (redução ou aumento de custeio, aumento na capacidade de realização de projetos e/ou de atendimento à comunidade etc.). Na dimensão social, a fonte de financiamento deve ser de origem ética, o número de pessoas beneficiadas na comunidade externa deve ser mensurável ou ao menos estimado e deve ser razoável frente ao volume de recursos aplicados. Também deve colaborar com a melhoria na formação de recursos humanos qualificados e proporcionar benefícios razoavelmente duradouros na vida das pessoas. Na dimensão ambiental, se houver impacto ambiental, este deve ser medido e mitigado, o uso dos recursos naturais deve ser otimizado através da tecnologia e da educação, o ciclo de vida dos produtos empregados deve ser compreendido e sua destinação e uso ambientalmente corretos devem ser preconizados.

Figura IX.1
Vista aérea do PICG



Fonte: Polo de Inovação Campos dos Goytacazes.

A partir dessa visão integrada da sustentabilidade e desses princípios para sua aplicabilidade prática, o modelo de ação do PICG estrutura-se em quatro linhas principais, além de ações integrativas, apresentadas a seguir.

1. Linha 1: projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PDI)

O PICG é credenciado em tecnologias para a Produção Mais Limpa (P+L) pela Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPPII). Esse credenciamento permite que o PICG receba financiamento para projetos de PDI em P+L no modelo EMBRAPPII, segundo o qual o setor produtivo demanda apoio ao PICG para resolver algum problema. A partir da demanda, a unidade credenciada (PICG) na competência tecnológica correspondente (P+L), a empresa e a EMBRAPPII estruturam uma parceria para desenvolver soluções tecnológicas, de forma que a EMBRAPPII financia até um terço dos recursos (não-reembolsáveis), a empresa entra com pelo menos um terço e unidade credenciada com o restante dos recursos. Dessa forma, governo, setor produtivo e academia atuam de forma coordenada para realizar investimentos em soluções que fortalecem a competitividade da indústria nacional por meio de inovação em processos e produtos, da construção de capacidades tecnológicas e da cooperação entre esses três atores que permite que gerar um processo de acumulação de conhecimento e aprendizado mútuo. Dado o credenciamento do PICG, todas as inovações possuem um viés em P+L, ou seja, simultaneamente colaboram para a sustentabilidade no processo produtivo destas empresas e de seus clientes.

Assim, o PICG desenvolve soluções para processos industriais e agroindustriais que visam o uso racional de materiais, recursos naturais e energia, bem como da minimização dos impactos ambientais, com aplicações em eficiência energética e fontes renováveis de energia; redução, tratamento e reaproveitamento de resíduos; e uso racional de recursos hídricos.

As empresas parceiras, cerca de 40, estão localizadas entre a capital do estado do Rio de Janeiro e o Sul do estado do Espírito Santo, de diversos segmentos industriais, agroindustriais e de serviços, e cujo tamanho vai desde *startups* incubadas —na incubadora do IFFluminense e em outras— até grandes empresas, passando pelas micro e médias.

De maneira a tornar os projetos sustentáveis nas três dimensões, o PICG faz uma cuidadosa prospecção tecnológica para dar subsídios à empresa parceira quanto às possibilidades mercadológicas do novo produto, bem como seu custo de produção ou implantação (para processos) e as questões que envolvem transferência de tecnologia, incluindo formação de pessoal —como será visto adiante, posto que a maior parte da mão de obra empregada nestes projetos é de alunos bolsistas, dos diferentes níveis de ensino, que futuramente poderão atuar nas empresas parceiras ou mesmo criar suas próprias. A Dimensão Ambiental está no cerne do próprio credenciamento do PICG. Acrescenta-se ainda que a gestão dos projetos de PDI segue dois *frameworks* em paralelo:

- *Framework* de Gestão do Processo: Modelo de Excelência Operacional da EMBRAPPII (EMBRAPPII, 2014), empregado para gerenciar a parte financeira e de gerência de prospecção dos projetos, todos os processos de negócio são devidamente modelos e documentados, bem como implementados em Sistema Integrado de Gestão.
- *Framework* de Gestão do Produto: Processo de Projeto de Produtos Inovadores (P3I; Carvalho, 2019), desenvolvido pela própria equipe de gestão do PICG, que inclui técnicas de design de produtos e de Gestão da Propriedade Intelectual.

2. Linha 2: projetos com comunidades e governos

Outra linha que caracteriza o modelo de ação do PICG são os projetos com comunidades e governos. Antes mesmo de se tornar Polo de Inovação, a unidade já realizava trabalhos em apoio às comunidades locais e regionais e entidades governamentais (ver Quadro 1). Este trabalho foi mantido e impulsionado pela maior densidade tecnológica que a unidade passou a apresentar em seus projetos a partir de sua transformação em Polo de Inovação. Os projetos apresentados a seguir ilustram como o PICG gera externalidades positivas do aprendizado (*spill over*) ao construir capacidades, para além de seus projetos de PDI, que se permeiam na comunidade e na economia.

Um dos programas permanentes que a unidade mantém são bolsas de Iniciação Científica Júnior (ICJ) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), com alunos do Ensino Médio da Rede Estadual de uma comunidade próxima. Esses alunos recebem treinamento em Informática Básica, independentemente da atividade que vão desempenhar no Polo, pois é entendido que devem ter um mínimo de conhecimentos para se inserirem na Sociedade em Redes. Os alunos recebem também noções de Segurança do Trabalho por um técnico formado e membro da equipe da unidade, posto que também se entende que segurança é primordial no desempenho laboral. Posteriormente, e de acordo com o perfil identificado durante as instruções básicas, entrevista e conversas informais, eles são alocados em projetos que vão desde Horta Orgânica/Viveiro de Mudanças/Minhocário (figura IX.2), Instalações Elétricas/Redes e Aquicultura. Nestes projetos, os alunos são orientados por servidores e terceirizados do PICG e adquirem habilidades e competências que poderão aplicar em suas próprias comunidades. Estuda-se no momento avançar as capacidades cognitivas desses estudantes através de um projeto de Robótica Educacional, que, embora esteja fora da realidade das comunidades, representa um estímulo a estes discentes de baixa renda a se manterem na escola e buscarem atitudes e um pensar inovador, independentemente de sua condição atual.

Figura IX.2
Alunos em atividade sobre mudas de árvores nativas



Fonte: Polo de Inovação Campos dos Goytacazes.

Outra ação, realizada desde a criação da unidade, é o trabalho de análise de águas. O Laboratório de Análise de Águas do PICG, conhecido como LabFoz, vem há 12 anos realizando análise da qualidade de águas nas regiões norte e noroeste fluminenses, verificando uma série de características físico-químicas e microbiológicas das águas de rios, lagoas, canais, poços, aquíferos e ainda de estações de tratamento de água. Ao longo desse tempo, foram realizadas mais de 10 mil análises de diferentes parâmetros, em diferentes microrregiões, para diferentes aplicações. Tais análises apoiam trabalhos de extensão

tecnológica e de pesquisa aplicada junto às comunidades das regiões citadas, embasando diagnósticos que são então empregados pelo poder público nas esferas municipal e estadual, em processos decisórios e de fiscalização, além de órgãos do terceiro setor, como o Comitê do Baixo Paraíba.

Como nem sempre a comunidade pode ir ao PICG, este vai à comunidade: um dos recursos empregados é uma Cozinha Industrial Móvel (CIM) que pode ser rebocada por caminhão de pequeno porte, sendo empregada em diversas atividades como cursos de preparação de pescado para comunidades de pescadores e de preparação de legumes e frutas para comunidades de agricultores locais. Estes cursos permitem que as famílias de produtores de pequenas comunidades sejam capacitadas no preparo do alimento que produzem de maneira que este seja pré-processado, agregando valor e o melhor adaptando a mercados mais exigentes e urbanos.

Mais um equipamento que se desloca para atividades em benefício das comunidades é o Britador Móvel, equipamento desenvolvido pelo IFFluminense com recursos de projeto de Pesquisa e Desenvolvimento da Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio de Janeiro (Faperj). Esta máquina, do porte de um caminhão pequeno, é capaz de processar resíduos de produção de rochas ornamentais e Resíduos de Construção Civil (RCC) e os transformar em brita, que por sua vez podem ser empregados, por exemplo, no calçamento de vias urbanas e rurais, ao invés de serem despejados em aterros sanitários. Tal equipamento se encontra atualmente em uso no terceiro município desde que foi projetado e construído, colaborando para a destinação correta de resíduos e reduzindo os custos de obras civis públicas.

Finalmente, de maneira a despertar o interesse pela ciência, pesquisa e inovação, o PICG participa de eventos diversos, montando estandes, inclusive em praças públicas, direcionando o conteúdo e material apresentado de acordo com o público de forma a otimizar a aproximação com o mesmo.

3. Linha 3: projetos de pesquisa aplicada e extensão tecnológica

A pesquisa aplicada alicerça todas as ações do PICG, dando densidade tecnológica aos projetos e garantindo o atingimento dos objetivos nas diferentes dimensões da sustentabilidade através da tecnologia. A equipe de pesquisadores possui diferentes formações nas Engenharias e Ciências, e atua com alunos dos cursos técnicos, engenharias e ciências do IFFluminense.

No nível pós-graduação, dois mestrados profissionais são integralmente baseados no PICG e um terceiro parcialmente. Boa parte das dissertações desenvolvidas nestes programas, bem como Trabalhos de Conclusão de Curso, estágios, trabalhos de conclusão de curso, iniciações científicas e iniciações tecnológicas são também desenvolvidos nos laboratórios e facilidades do PICG. Alunos do nível técnico também figuram como estagiários e bolsistas nos projetos.

Os projetos de pesquisa aplicada, para serem executados no Polo, devem demonstrar como se enquadram na premissa de sustentabilidade, apresentada anteriormente, nas dimensões econômica, social e ambiental:

- **Financiamento:** através de agência de fomento, ou empregando recursos reutilizados e mão de obra voluntária e/ou em projeto final de curso;
- **Impacto social:** deve ter impacto para comunidades locais, setor produtivo ou órgãos de governo;
- **Temática:** deve ser em P+L ou em tecnologias transversais, que suportem os outros projetos do PICG.

Adicionalmente, os projetos devem ter um *roadmap* tecnológico estabelecido que mostre que podem ter continuidade após o término da fase em questão ou, caso sejam terminais, como serão adotados pela sociedade. Este procedimento evita alocar esforço em projetos que não são aplicados na realidade.

Outro aspecto importante é a ênfase na proteção da propriedade intelectual. De forma similar aos projetos de PDI no modelo EMBRAPPII, os projetos de pesquisa aplicada também devem realizar uma prospecção tecnológica de maneira a verificar a possibilidade de depositar patentes que protejam o conhecimento desenvolvido, com vistas a facilitar sua industrialização futura, já que esta industrialização é o objetivo explícito da pesquisa. Nos últimos três anos, foram depositadas 19 patentes. Cabe acrescentar que o licenciamento de tecnologias protegidas gera recursos para a instituição e, portanto, auxilia no financiamento à pesquisa, dando maior sustentabilidade financeira aos projetos. Esta proteção por outro lado também conta na avaliação positiva dos mestrados profissionais, o que atrai mais investimento privado e dos órgãos de fomento, criando um ciclo virtuoso. As empresas parceiras também se beneficiam, posto que as patentes são compartilhadas com elas, integrando seu patrimônio intangível. Esse patrimônio pode obviamente ser empregado na produção, bem como ser negociado para terceiros, em conjunto com o PICG, gerando recursos financeiros.

4. Linha 4: concepção e operação do campus

Por fim, no PICG a sustentabilidade apresenta-se como linha em seu modelo de ação a também na estruturação do espaço físico do Polo, bem como em sua operação. De fato, é no dia a dia que o PICG esmiúça suas ações em sustentabilidade, elencadas a seguir. Essa linha de ação é simbólica de como os conhecimentos e soluções tecnológicas produzidos no PICG são aplicados no próprio campus, tornando-o um laboratório vivo, no qual soluções são não apenas desenvolvidas, mas demonstradas na prática para alunos, comunidade, dentre outros, contribuindo para sua escalabilidade.

a) Espaço físico

Gestão de recursos naturais

- *Smart Campus*: o projeto Integração e Inteligência para a Sustentabilidade (I2S; ver figura IX.3), financiado pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), visa tornar o campus ainda mais sustentável e transformá-lo em um laboratório como um todo, através da instrumentação dos sistemas de geração e consumo de energia e de captação, tratamento, consumo e pós-consumo de água e a integração destes com a estação meteorológica digital. Tal sistema permite não apenas uma gestão mais inteligente da água e da energia, mas também pesquisas relacionadas. Os medidores de geração e consumo de energia e os de fluxo de água foram desenvolvidos e são fabricados pelo próprio PICG. O sistema deve integrar também controle inteligente de aparelhos de ar condicionado.
- *Energia*: Toda a iluminação dos prédios do Polo é de LED e os aparelhos de ar condicionado atendem aos melhores padrões de consumo. Os espaços, dentro do possível, são compartilhados pelos grupos de usuários de maneira a otimizar o uso de energia. Atualmente, uma micro-usina fotovoltaica de 25 kilo-Watt-pico (kWp) e três geradores eólicos somando 4,5 kWp fornecem cerca de 40% da energia do campus. Duas unidades fotovoltaicas complementares de 18 kWp foram adquiridas, ampliando o uso de energias renováveis para 100%.
- *Água*: Toda a água consumida no PICG é captada do rio Paraíba do Sul pela própria unidade, que analisa em seu laboratório LabFoz e trata a parte que será empregada para consumo humano através de um Estação de Tratamento de Água (ETA) projetada por um aluno do Mestrado de Engenharia Ambiental e financiada pelo CNPq, e que está em operação diária há 10 anos. Uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), também projetada no mesmo curso e igualmente financiada pelo CNPq e por recursos próprios, está sendo concluída. Ambas estações são instrumentadas dentro do projeto I2S.

Figura IX.3
Módulo de controle de geração e consumo de energia fotovoltaica do I2S



Fonte: Polo de Inovação Campos dos Goytacazes.

Alimentação

O PICG fornece refeições para seus alunos dentro de seu orçamento de custeio, e parte da alimentação é obtida de uma horta orgânica e uma área de plantio de raízes e leguminosas, mantidas com auxílio dos próprios alunos. Há ainda uma horta de plantas com propriedades farmacêuticas que são empregadas para pequenas intervenções, seguindo manual desenvolvido em projeto de extensão da própria unidade. A alimentação dos servidores, custeada através de cotação dos mesmos, é adquirida no comércio local, visando estimular o mesmo, bem como colaborar com o estreitamento dos laços com a comunidade. Finalmente, os resíduos da alimentação são devidamente separados e os orgânicos são destinados à alimentação de suínos da comunidade local.

Preservação

Dos cerca de 6.000 m² de área que o PICG possui, cerca de 1.000 m² estão na margem do rio Paraíba do Sul e foram reflorestados com espécies locais (figura IX.1), maturadas no viveiro de mudas da unidade, com cada espécie identificada individualmente por placa, para fins pedagógicos. Nesta mesma área, há uma rampa para descida dos barcos para trabalhos no rio.

b) Operações

A partir de 2016, quando se iniciaram efetivamente as operações da unidade como Polo de Inovação, se iniciou também um trabalho para redução dos custos operacionais da unidade, enquanto o número de projetos em andamento e volume financeiro se multiplicou. As ações promoveram uma redução de 15% da equipe e de 50% no número de funções gratificadas, na parte de pessoal, além de medidas economia de consumo de energia, combustível e forte reuso de material.

Este último aspecto tem crescido no PICG, pela incorporação dos conceitos de economia circular, tornando o reuso de material um ponto forte na unidade. Essa ação vai desde a desmontagem de placas de circuito impresso para retirada e classificação para posterior uso de componentes eletrônicos, passando por reaproveitamento de material de obras civis de outros campi do IFFluminense, indo até veículos e equipamentos de laboratório. Por exemplo, o PICG montou um veículo utilitário dos

componentes, carroceria e chassis de três semelhantes e inservíveis individualmente, a um custo de aproximadamente 25% de um veículo novo. Destaca-se ainda uma fresadora de pequeno porte que foi “manufaturada” a partir de uma impressora 3D defeituosa e fora de linha, componentes eletrônicos reutilizados e alguns poucos itens adquiridos. Diversos equipamentos laboratoriais, como impressora 3D, seladora, estação meteorológica e outros, foram também mantidos pela própria equipe, por vezes com componentes reutilizados, outras com componentes *commodities*, reduzindo substancialmente o custeio da unidade.

Com essas ações, o custo operacional do PICG caiu de cerca de R\$ 1.100.000,00/ano em 2016 para R\$ 1.000.000,00 em 2019, uma redução de 10%, mesmo frente a repactuações de contratos de terceirização e aumento de outros custos devido à inflação de 14% no período. Assim, houve uma redução equivalente a 20% no custeio da unidade, mesmo diante da intensificação de suas operações.

Em 3 anos e meio de operação, o PICG já executou aproximadamente R\$ 5,5 milhões em projetos com empresas, além de projetos financiados pelo CNPq, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) e FINEP que somaram cerca de R\$ 730.000,00. Assim, até o presente momento, os valores agregados foram de (a) R\$ 3.600.000,00 para custeio, (b) R\$ 2.000.000,00 para alocação de contrapartida (pessoal) e (c) R\$ 6.230.000,00 para captação de projetos. Esses números mostram que, para cada R\$ 1,00 alocado em custeio e contrapartida pelo IFFluminense, o PICG captou cerca de R\$ 1,10 de recursos externos, de fontes privadas (88%) e de agências de fomento (12%). Dessa forma, mesmo sendo integrante de uma autarquia federal, o PICG, além de gerar conhecimento e soluções inovadoras e sustentáveis para as empresas parceiras, é sustentável do ponto de vista financeiro. Cabe acrescentar que os projetos com empresas privadas financiam seu Escritório de Projetos (PMO, da sigla em inglês) e a manutenção de equipamentos laboratoriais do PICG, além de bolsas para pesquisadores e para alunos nos níveis técnico, graduação e pós-graduação.

Em termos de transparência, o cronograma físico-financeiro dos projetos é montado em conjunto com as empresas parceiras, que tem total acesso aos valores detalhados de custos, item a item, sabendo exatamente quanto estão investindo em bolsas, material e suporte administrativo. De fato, em termos de transparência e *accountability*, cabe acrescentar que devido às suas características operacionais, o PICG é auditado pela Controladoria-Geral da União (CGU), como as outras unidades do IFFluminense, pela EMBRAPII, por ser uma de suas unidades, e indiretamente pelo Ministério Público Estadual, devido às suas operações financeiras com a Fundação Pró-IFF. Mesmo sendo auditado por três órgãos com alto rigor e normas diferentes, não houve até o momento fato relevante negativo anotado por estes órgãos em suas operações.

5. Ações integrativas

No modelo de ação do PICG, há uma série de ações que são classificadas em mais de uma linha, devido à interação natural no dia a dia da unidade entre as linhas.

O projeto voltado para o desenvolvimento de aquicultura de precisão é um exemplo de ação integrativa. A partir de uma tecnologia desenvolvida em projeto EMBRAPII com uma única pequena empresa parceira, gerou-se um convênio com o Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento do Norte e Noroeste Fluminense (CIDENNF), formado por sete municípios. Este projeto visa, empregando conhecimentos desenvolvidos no projeto inicial, desenvolver soluções para pequenos produtores de peixe e camarão dos municípios.

Outra ação integrada é o desenvolvimento da fresadora de pequeno porte. Com a tecnologia desenvolvida em projeto EMBRAPII para robô de inspeção de dutos, foi possível desenvolver uma fresadora de pequeno porte e baixo custo, inclusive utilizando componentes de reuso, junto com a empresa parceira do projeto original.

Ainda, uma planta de dessalinização de pequeno porte e baixo custo está em fase de teste em uma propriedade rural da região e em negociação com uma empresa da região para sua industrialização. Essa planta teve o apoio do Programa Talentos para a Inovação da CAPES/EMBRAPII, e representa uma alternativa de fácil operação, baixo custo, móvel e 100% nacional para comunidades e pequenas propriedades que possuem problemas de água com altos nível de salinidade.

O Sistema Integrado de Gestão Humanitária, fruto de pesquisa aplicada no mestrado Sistemas Aplicados à Engenharia e Gestão (SAEG), representa a integração de um sistema de informação para geolocalização de equipes de Defesa Civil no campo com um sistema de telecomunicações independente e robusto, ambos customizados para o ambiente brasileiro. Atualmente, está em fase de operacionalização no município de Madalena, na Região Serrana do estado do Rio de Janeiro. Tal sistema oferece uma solução completa, totalmente de código aberto e baseada em *commodity hardware*, para a defesa civil no gerenciamento de equipes de emergência durante períodos pré- e pós-catástrofes climáticas e ambientais, tais como enchentes, rompimentos de barragens, deslizamentos, incêndios florestais etc.

Por fim, formação de pessoal do PICG também é um exemplo de ação integrativa. O PICG desenvolve um modelo de Programa de Formação de Recursos Humanos (PFRH), que foi empregado pela EMBRAPII como base para avaliar os outros Polos no quesito de formação de pessoal qualificado em projetos de PDI. O PFRH vem sendo amadurecido desde 2016 e a versão atual é baseada em *Problem Based Learning* (PBL), uma metodologia ativa de ensino, de acordo com a qual os alunos recebem uma formação conceitual básica modularizada e no formato de Ensino a Distância (EAD). Em uma fase posterior, os alunos desenvolvem os conceitos na prática em Projetos Integradores, tendo os pesquisadores como tutores. A fase EAD possui módulos com complexidade crescente e que são cursados pelos alunos de acordo com seu nível de formação. Os projetos integradores são um subconjunto de atividades dos projetos de PDI, que os alunos desenvolverão e nas quais serão avaliados de maneira multidimensional: por seus tutores, por seus pares e por si próprios.

6. O PICG como parte de um ecossistema

Outra característica destacada do modelo de ação do PICG é a compreensão de que este está inserido em um Sistema de Inovação Local, com o qual interage frequentemente, e é formado por diferentes atores, com funções complementares. Um Sistema Local de Inovação é uma lupa analítica que enfatiza aspectos regionais e locais dos conceitos de aprendizado, interações, competências, complementaridades, seleção, *path-dependencies*, etc. —que são aplicados no campo da economia da inovação (Lastres e outros, 1998). Ao se compreender que o PICG faz parte de um sistema maior no qual o processo inovativo ocorre, os papéis complementares e interativos dos diversos atores tornam-se evidentes.

Com a TecCampos, incubadora de base tecnológica gerenciada pelo IFFluminense e pela Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), o PICG desenvolveu projeto com uma empresa incubada, outro está em andamento e mais um em negociação.

O Fundo de Desenvolvimento de Campos —Modalidade Inovação (Fundecam Inovador), é um fundo que oferece microcrédito para empreendedores que desejam desenvolver projetos de PDI com o PICG ou mesmo outros Polos de Inovação. Tal modalidade foi construída em conjunto com o PICG e envolve também a possibilidade de financiamento para ações em conjunto com o Sebraetec.

Atualmente, existem dois projetos de PDI em execução por outros Polos de Inovação que possuem o PICG como subcontratado, mostrando a capacidade dos Polos de interagirem, mesmo distantes, no desenvolvimento de soluções inovadoras para a indústria nacional. Um dos projetos se refere a um aplicativo para Ensino à Distância, do Polo do Instituto Federal do Ceará, e outro para Monitoramento de Insetos em Lavouras, do Polo do Instituto Federal Goiano.

O PICG mantém relações com entidades de classe, serviços e terceiro setor, realizando ações tais como organização conjunta de eventos e promoção de políticas com a Federação das Indústrias do Rio de Janeiro (FIRJAN), Sebrae local, Associação Comercial e Industrial de Campos (ACIC) e Comitê do Baixo Paraíba do Sul.

O PICG está representado no Grupo de Trabalho para Energia Solar Fotovoltaica, formado pela Setec/MEC com suporte da Cooperação Técnica Alemã (GIZ, da sigla em alemão), na pessoa de seu coordenador do Laboratório de Energia Fotovoltaica. Dessa forma, o PICG colaborou na construção de Itinerários Formativos na área de Energias Renováveis, bem como na definição de temas de pesquisa em energia fotovoltaica.

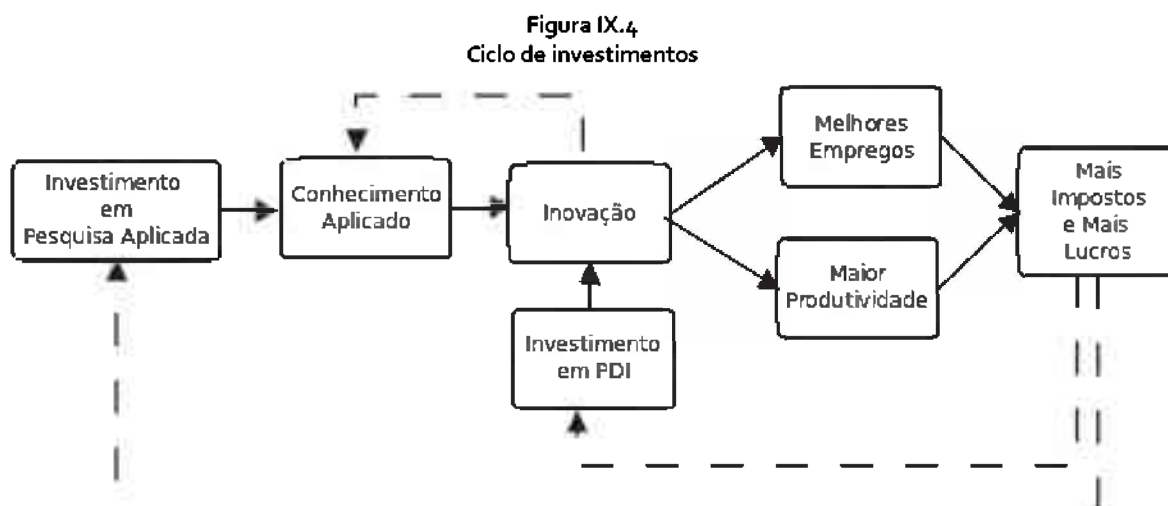
O PICG é um Centro Multiusuário estabelecido, com normas, comitê gestor e comitê de usuários desde 2016, permitindo que usuários externos ao IFFluminense façam uso de seus equipamentos desde que seguidos agendamento prévio e as normas de uso e segurança. Desta forma, a comunidade de pesquisa e inovação da região tem acesso a equipamentos e facilidades de maior complexidade que normalmente ficariam restritos ao acesso acadêmico.

Além desses atores externos com as quais o PICG interage, há uma forte interação interna. Uma forma de interação interna são os Mestrados Profissionais e Pós-graduações *Latu Sensu*. Dentre os mestrados do IFFluminense, dois são baseados no PICG, o de Sistema Aplicados à Engenharia e Gestão (SAEG) e o mestrado em rede nacional de Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia (ProfNIT). O mestrado de Engenharia Ambiental é parcialmente baseado no PICG. Boa parte das dissertações realizadas nestes programas são desenvolvidas nos laboratórios e facilidades do PICG. O PICG apoia também aulas e trabalhos de campo das pós-graduações em Gestão de Recursos Hídricos e de Educação Ambiental. Outra maneira de interagir internamente se dá por meio da Graduação em Engenharia Ambiental. A partir de 2020, este curso, realizado no campus Campos Guarús, passa a incluir atividades curriculares de Pesquisa e Inovação desenvolvidas no PICG, para todos os alunos do último ano.

C. O ciclo virtuoso dos investimentos em inovação

A partir da discussão da Seção B, nota-se que as diferentes linhas do modelo de ação do PICG se complementam e se integram, por vezes não havendo fronteiras claras entre as mesmas. Também se observa um elemento comum, a sustentabilidade, em suas três dimensões, que é o vetor que define a direção estratégica que todas seguem. Conforme também se observou na Seção B, o próprio PICG mobilizou mais de R\$ 6 milhões em investimentos em projetos de PDI orientados pela sustentabilidade. Na presente seção, discute-se como o modelo de ação do PICG contribui para induzir investimentos transformadores rumo ao desenvolvimento sustentável não apenas dentro de suas próprias portas, mas em termos de um ciclo virtuoso com abrangência mais ampla.

O modelo de ação do PICG representa uma articulação liderada por uma unidade pública especializada em lidar com diferentes segmentos da sociedade e governos, através de PDI. A sustentabilidade, nas suas três dimensões, é meta e ferramenta para atingir e manter um ciclo virtuoso de investimentos públicos e privados, representado na figura IX.4, que apoiam a produção de conhecimento relevante para o país, diretamente aplicado na melhoria do desempenho das empresas e na qualidade de vida das comunidades que interagem com o PICG.



Fonte: Polo de Inovação Campos dos Goytacazes.

Em termos econômicos, o ciclo se inicia com investimento em pesquisa aplicada, que gera conhecimento aplicado. Este, somado ao investimento em PDI, vai resultar em inovação na indústria. As inovações, ao agregar novas tecnologias e diferenciais competitivos, melhoram a produtividade das empresas, aumentando sua receita e consequentemente fazendo com que elas paguem mais impostos. Novas tecnologias agregadas demandam trabalhadores mais bem treinados e consequentemente mais bem remunerados, o que também gera mais impostos. Parte desses impostos retorna para o sistema de inovação na forma de novos financiamentos para pesquisa aplicada e PDI, como consequência dos bons resultados. O combustível para este ciclo virtuoso econômico é a inovação tecnológica para a sustentabilidade, que promove a redução dos impactos ambientais enquanto gera novos conhecimentos. A coparticipação da EMBRAPA no financiamento do desenvolvimento de soluções P+L reduz os custos e riscos de desenvolvimento, estimulando as empresas a investir em inovação, acelerando o ciclo. Algumas evidências que ilustram essa argumentação são apresentadas na Seção D.

D. Impactos econômicos, sociais e ambientais

Conforme foi discutido na Seção B, as ações do PICG são multidimensionais. Por essa razão e também pela discussão exposta na Seção C, investimentos em uma única ação podem (e devem) apresentar impactos em mais de uma dimensão do tripé da sustentabilidade (social, econômica e ambiental). Nesta seção são discutidas algumas ações que ilustram esse argumento.

1. Dimensão econômica

O PICG já executou aproximadamente R\$ 6 milhões em projetos de PDI em parceria com empresas. Essas parcerias, além de gerarem conhecimentos, soluções inovadoras e sustentáveis para o setor produtivo, foram viáveis do ponto de vista financeiro. Os projetos também financiam o escritório de projeto e a manutenção de equipamentos laboratorial do PICG, contribuindo para a ampliação de capacidades da instituição.

Destaca-se que, em meio à criação e expansão dos laboratórios e a implementações de vários projetos, o PICG reduziu em 10% seus gastos de custeio de 2016 para 2019. Além disso, por meio dos projetos de P+L, o PICG contribuiu para redução de custos das empresas parceiras e para o aumento de postos de trabalho.

O Projeto Robô de Inspeção de Dutos, sob coordenação do PICG, ilustra impactos em termos de criação de novos postos de trabalho e construção de capacidades tecnológicas e inovadoras. Do ponto de vista do empreendedor, observou-se que o mesmo é egresso do curso de Engenharia de Controle e Automação do IFFluminense e seu Trabalho de Conclusão de Curso foi desenvolvido no PICG; é aluno do Mestrado ProfNIT; e recebeu bolsa empreendedorismo para analisar a incubação de sua empresa. Já com relação à empresa, destaca-se que esta é incubada da TecCampos; tomou empréstimo no Fundecam Inovador; é parceira de projeto com a EMBRAPII; desenvolveu outros dois projetos de extensão com o PICG, sendo um deles de Economia Circular (Fresadora de Pequeno Porte), o qual gerou a contratação de quatro egressos do curso Técnico em Automação do IFFluminense; e está industrializando o robô, o que é uma substituição de importação. Além disso, em apenas dois meses de operação do robô, a empresa fechou contratos para 24 meses de serviços, cujos impostos que serão pagos já são equivalentes aos valores investidos pela EMBRAPII no projeto, demonstrando o que foi apresentado na Seção C. Em quatro meses do projeto concluído, a empresa contratou cinco egressos do Curso Técnico em Automação do IFF. Finalmente, o produto do projeto já é empregado atualmente para inspecionar galerias de águas fluviais e pluviais de três municípios da Região Norte Fluminense, em menos de seis meses de conclusão do projeto.

Assim, do ponto de vista econômico, os investimentos realizados pelo PICG aumentam a eficiência e a competitividade na indústria, atraem mais investimentos para a região, geram conhecimento e inovação e contribuem para o desenvolvimento econômico.

2. Dimensão ambiental

Devido à própria temática do PICG, todos seus projetos trazem impactos ambientais positivos, seja em termos de redução das emissões de gases de efeito de estufa, ou de melhoria da eficiência no uso de recursos naturais, do aprimoramento da gestão de resíduos sólidos da produção industrial ou da promoção de fontes renováveis de energia elétrica. Por exemplo, o Projeto Eficiência Energética em Fornos Industriais (projeto em modelo EMBRAPII) permitiu uma redução de 30% no consumo de energia (gás) ao projetar e implementar um trocador de calor instrumentado, que permite que a saída de um forno funcione como entrada de outro. Um aluno que trabalhou no projeto foi contratado pela empresa e um projeto de extensão foi desenvolvido em associação com o mesmo, para desenvolver um sistema de Planejamento e Controle da Produção que sincronizasse a programação dos fornos da fábrica.

Já os projetos EMBRAPII Software Controlador de Gerador Biogás e Dispositivo para Controle Remoto de Gerador Biogás foram encadeados com a mesma empresa, onde o primeiro projeto representou uma substituição de importação que permitiu também refinar a parametrização do equipamento e torná-lo mais eficiente. No segundo projeto, não só foi possível reduzir o *footprint* de carbono ao promover a operação remota dos equipamentos, como também permitiu a criação de um novo negócio para a empresa, que é o de serviços de operação —antes realizada pelos compradores do equipamento apenas. O serviço remoto, realizado por técnicos do fabricante, também otimiza o funcionamento dos geradores, aumentando sua eficiência energética.

Ainda nesta dimensão, o projeto EMBRAPII Sensor para Monitoramento de Barragens foi desenvolvido para monitorar barragens de rejeitos de mineração, como as que romperam em Mariana e Brumadinho, operando em rede sem fio de longa distância, com luz solar e baterias, sendo capaz de detectar água percolando a 30 metros de profundidade. Seu custo de aquisição é uma fração do custo dos similares importados atualmente em uso no Brasil, desenvolvido para uma pequena empresa, egressa da TecCampos.

Ademais, o PICG implementou uma miniusina fotovoltaica, unidade de análise e tratamento de água e uma horta orgânica. Esses exemplos ilustram como o modelo de ação do PICG para utiliza sua capacidade de pesquisa e seu capital físico e humano como ferramentas para construção de soluções em direção a um estilo de desenvolvimento que tem a sustentabilidade como norte.

3. Dimensão social

Na dimensão social, o modelo de ação do PICG contribui diretamente para impactos positivos, já que uma das principais atividades da instituição é a educação —área chave para inclusão produtiva, redução da pobreza e diminuição de desigualdades. Muitos dos investimentos do PICG têm parte de seus recursos destinados para bolsas de pós-graduação e bolsas de iniciação científicas, aspecto importante para diminuição da evasão escolar, em especial, de alunos de baixa renda. Por seu papel destacado na educação, treinamento e formação de seus alunos, o PICG contribui para aumento dos salários e renda e acesso maior a mercado de trabalho formal e à educação. Com efeito, o PICG é reconhecido como uma “*Promissing Practice*” pela UNESCO-UNEVOG. Segundo UNESCO-UNEVOG (2019):

“O acesso ao ensino técnico e superior, juntamente com programas de desenvolvimento de habilidades, se tornaram ferramentas importantes para combater a pobreza no Brasil. Ao reconhecer que a inovação ocorre na vanguarda da aprendizagem, o PICG permite que seus alunos desenvolvam soluções práticas criativas utilizando ciência e tecnologia. Os projetos liderados por estudantes vão desde parcerias com comunidades de baixa renda até o desenvolvimento de projetos de inovação com empresas de engenharia. A tecnologia que os estudantes desenvolvem com empresas do setor privado permite a aplicação de soluções de baixo custo que beneficiam as comunidades rurais.”.

Outro aspecto importante é a melhoria dos serviços promovidos pelas inovações geradas no campus, pois viabilizam o acesso e a melhor qualidade de serviços tais como água potável, destinação adequada de resíduos e alimentação saudável, que são fundamentais para melhoria da condição de saúde da população, em especial, a mais pobre.

E. A atuação do PICG à luz do *Big Push* para a Sustentabilidade e da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável

O *Big Push* para a Sustentabilidade é uma abordagem desenvolvida pela Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) das Nações Unidas, segundo a qual os investimentos em soluções resilientes, de baixo carbono e sustentáveis podem ser um *big push* (ou grande impulso) para um novo ciclo virtuoso de crescimento econômico, gerador de emprego e renda, redutor de desigualdades e brechas estruturais e promotor de sustentabilidade no Brasil (CEPAL/FES, 2019). Esses investimentos sustentáveis somente ocorrerão se houver uma articulação e coordenação de políticas (públicas e privadas, nacionais e subnacionais, de ciência, tecnologia e inovação, de planejamento etc.) que criem um ambiente propício para que esses investimentos possam ser mobilizados. A coordenação é um ponto de contato claro do estudo de caso analisado com o *Big Push* para a Sustentabilidade. Nota-se a importância da coordenação, que se dá em torno da premissa da sustentabilidade como meio, fim e objetivo permanente a ser atingido. A coordenação se dá não apenas entre as distintas linhas do modelo de ação, mas também entre pesquisadores de variados campos, entre docentes, discentes e a comunidade local, entre academia, setor produtivo e governo etc., para a realização dos investimentos reportados.

A abordagem do *Big Push* para a Sustentabilidade é orientada pela tripla eficiência: keynesiana, schumpeteriana e da sustentabilidade (CEPAL/FES, 2019). A eficiência schumpeteriana enfatiza que uma matriz produtiva mais integrada, complexa e intensiva em conhecimento gera externalidades positivas de aprendizagem e inovação que se irradiam para toda a cadeia de valor. O modelo de ação do PICG ilustra um caso típico de eficiência schumpeteriana, já que suas ações são diretamente voltadas para construção de capacidades tecnológicas, competências inovativas e desenvolvimento de soluções. O PICG gera conhecimento e aprendizado, desenvolve soluções para a indústria, forma pessoal qualificado, produz *spill overs* tecnológicos para a região e contribui para agregação de valor e aumento de competitividade na indústria, redução da dependência externa de produtos de alta intensidade

tecnológica e aumento da produtividade. A eficiência keynesiana diz respeito aos ganhos crescentes de escala e de escopo da especialização produtiva em bens cuja demanda cresce relativamente mais, gerando efeitos multiplicadores e impactos significativos na economia e nos empregos. Ao contribuir para o aumento da competitividade da indústria através da inovação, o PICG contribui para que a indústria se insira nos mercados globais em acelerada expansão, que são os mercados de produtos intensivos em tecnologia. Além disso, as parcerias com empresas e *startups* levam à criação de novos postos de trabalho e de novas empresas, que conseqüentemente geram empregos e renda. A eficiência da sustentabilidade, entendida como a clássica eficiência da sustentabilidade nos três pilares (econômico, social e ambiental) está presente no caso estudado, o que é analisado na Seção D.

Nota-se, com base em Gramkow e Anger-Kraavi (2019), que é possível identificar que o PICG aborda a praticamente todos os itens listados como "verdes": eficiência energética, reciclagem e economia de materiais, substituição de combustíveis fósseis por gás natural e por energias renováveis e substituição de lenha e carvão por biomassa sustentável e tecnologias de cogeração. Para cada uma dessas áreas, há pelo menos um projeto já desenvolvido pela unidade, em parceria com empresas. Desta forma, o PICG colabora com a descarbonização da indústria brasileira. Segundo o estudo, os estímulos verdes (i.e., estímulos fiscais para investimentos sustentáveis) podem contribuir para reduzir a histórica restrição externa estrutural ao crescimento econômico de longo prazo do Brasil, ao mesmo tempo em que reduz impactos ambientais. O estudo ressalta que os resultados mostram a importância de envolver o setor industrial no intuito de construir um novo estilo de desenvolvimento no país. Adicionalmente, destaca ainda a questão do *lock-in* tecnológico, quando o paradigma tecnológico vigente torna muito caro ou impossível introduzir tecnologias verdes. Mais uma vez as tecnologias desenvolvidas no PICG sobressaem, posto que, através de soluções Inovadoras, desenvolvidas nas fronteiras entre as áreas do conhecimento, a unidade consegue destravar (*unlock*) o ciclo produtivo das empresas parceiras na direção de uma produção mais sustentável.

Nesse contexto, ressalta-se o modelo EMBRAPII, que, com seu financiamento tripartite (setor produtivo, academia e setor público) facilita a participação da indústria no esforço inovativo para a sustentabilidade, ao compartilhar custos e riscos no desenvolvimento de processos e produtos inovadores. O PICG não apenas emprega este modelo, como também o potencializa, integrando-o com outros instrumentos de fomento tais como a Lei do Bem³. Assim, modelos sustentáveis do ponto de vista econômico são empregados para desenvolver processos e produtos inovadores e sustentáveis, fechando um ciclo virtuoso multidimensional. E o conhecimento gerado é empregado também na consecução de ações com comunidades, diretamente ou através dos governos locais. Essas ações auxiliam na geração de trabalho e renda nessas comunidades, melhorando a qualidade de vida dos cidadãos e evitando deslocamentos para centros urbanos.

Finalmente, destaca-se que os projetos do PICG contribuem para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) relacionados à Agenda 2030 (ONU, 2015), particularmente: Educação de Qualidade (ODS 4); Água Potável e Saneamento (ODS 6); Energia Acessível e Limpa (ODS 7); Trabalho Decente e Crescimento Econômico (ODS 8); Indústria, Inovação e Infraestrutura (ODS 9); Cidades e Comunidades Sustentáveis (ODS 11); Consumo e Produção Responsáveis (ODS 12); Ação Contra Mudança Global do Clima (ODS 13); Vida na Água (ODS 14); Vida Terrestre (ODS 15); e Parcerias e Meios de Implementação. (ODS 17).

³ Lei 11.196/05.

F. Conclusões

A principal lição aprendida, e incorporada no dia a dia do PICG, é que a sustentabilidade deve ser compreendida nas suas três dimensões (social, econômica e ambiental). Caso contrário, em algum momento futuro, a dimensão que não foi atendida vai ocasionar algum problema que tornará a solução inviável. Assim, não é possível ter soluções corretas do ponto de vista socioambiental se elas não se mantêm financeiramente e vice-versa. O grande desafio é, portanto, encontrar soluções que atendam às três dimensões. E nesse ponto, o PICG emprega a inovação como motor para atingir a sustentabilidade de forma plena, multidimensional, conforme foi apresentado.

Apesar de operar com números relativamente pequenos para um país continental como o Brasil, compreende-se que, justamente por ser de pequeno porte e por estar fora dos grandes aglomerados populacionais, é que permite que esse modelo tenha o potencial de ser multiplicado para o interior do país, contribuindo para a redução de desigualdades regionais. E esse pequeno porte permite também uma melhor aproximação das pequenas empresas, que são as grandes empregadoras do país, e das comunidades, onde as pessoas vivem e por onde elas podem ser mais bem influenciadas e educadas.

Para tanto, busca-se uma visão holística da sustentabilidade, nas suas três dimensões e também como meio, fim e instrumento de ação. É na junção do conhecimento comunitário com a alta tecnologia que o PICG busca trabalhar e contribuir para o desenvolvimento sustentável. Na abordagem do *Big Push* para Sustentabilidade, é crítico identificar aqueles investimentos complementares, que conjuntamente levem à uma transformação da estrutura produtiva sustentável no tripé econômico, social e ambiental. Os investimentos aplicados pelo PICG ilustram a importância dos investimentos em inovação e capacidades tecnológicas. Iniciativas tais como essa, se ampliadas e coordenadas, são um componente fundamental de um conjunto de investimentos complementares que possam dar um grande impulso ao desenvolvimento sustentável no Brasil.

Bibliografia

- Carvalho, Rogerio A. (2019), "Processo de Projeto de Produtos Inovadores (P3I)", documento desenvolvido como relatório técnico interno, Campo dos Goytacazes, Polo de Inovação Campos dos Goytacazes, Universidade Federal Fluminense.
- CEPAL/FES (Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe)/(Fundação Friedrich Ebert Stiftung) (2019), "Big Push Ambiental: Investimentos coordenados para um estilo de desenvolvimento sustentável", *Perspectivas*, Nº 20, (LC/BRS/TS.2019/1 e LC/TS.2019/14), São Paulo.
- EMBRAPPI (2014), *Sistema de Excelência Operacional EMBRAPPI*, Brasília.
- Lastres, Helena e outros (1998), "Globalização e inovação localizada: experiências e sistemas locais no âmbito do Mercosul e proposições de políticas de C&T", Projeto Globalização e Inovação Localizada, Rio de Janeiro, Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Gramkow, Camila e Annela Anger-Kraavi (2019), "Developing Green: the case of the Brazilian manufacturing industry", *Sustainability*, vol. 11, Nº 6783.
- ONU (Organização das Nações Unidas) (2015), *Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (A/RES/70/1)*, Nova Iorque, Publicação das Nações Unidas.
- UNESCO-UNEVOC (United Nations Education Scientific and Cultural Organization – International Centre for Technical and Vocational Education and Training) (2019), "Promising Practice: Campos dos Goytacazes Innovation Hub (PICG)" [online] https://unevoc.unesco.org/go.php?q=PP_PICG [data de consulta: 10 de dezembro de 2019].

