

O Modelo de Ação do Polo de Inovação Campos dos Goytacazes

Rogério Atem de Carvalho

Cobertura geográfica: Nacional

Setor: Educação, capacitação e pesquisa

Tipo de medida: Política pública e academia



NAÇÕES UNIDAS

CEPAL

Esse estudo de caso faz parte do Repositório de casos sobre o *Big Push* para a Sustentabilidade no Brasil, desenvolvido pelo Escritório no Brasil da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) das Nações Unidas.

Acesse o repositório em: <https://biblioguias.cepal.org/bigpushparaasustentabilidade>.

Os direitos autorais pertencem à CEPAL, Nações Unidas. A autorização para reproduzir ou traduzir total ou parcialmente esta obra deve ser solicitada à CEPAL, Divisão de Publicações e Serviços Web: publicaciones.cepal@un.org. Os Estados-Membros das Nações Unidas e suas instituições governamentais podem reproduzir esta obra sem autorização prévia. Solicita-se apenas que mencionem a fonte e informem à CEPAL tal reprodução.

A imagem da capa foi gerada com o [Wordclouds.com](https://www.wordclouds.com/).

As opiniões expressadas nesse documento, que não foi submetido à revisão editorial, são de exclusiva responsabilidade dos autores e das autoras e podem não coincidir com a posição da CEPAL ou das instituições em que estão filiados.

Os autores e as autoras são responsáveis pelo conteúdo e pela exatidão das referências mencionadas e dos dados apresentados.

O modelo de ação do Polo de Inovação Campos dos Goytacazes

Rogério Atem de Carvalho¹

Resumo

O presente documento 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.

¹ Polo de Inovação Campos dos Goytacazes (PICG), Instituto Federal Fluminense (IFFluminense).

A. Introdução

Os Polos de Inovação dos Institutos Federais foram concebidos em 2013² e em 2015 o Polo de Inovação Campos dos Goytacazes (PICG), junto com os outros quatro primeiros polos, teve seu funcionamento regulamentado³. 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 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 também, 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

² Portaria 1.291 de 30 de dezembro de 2013 da Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica do Ministério da Educação (Setec/MEC).

³ Portaria 37 de 29 de outubro de 2015 da Setec/MEC.

campus, dentre outras), que têm levado a 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 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 EMBRAPPII 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 EMBRAPPII, 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: PICG.

Este documento 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 do 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 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.

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 fortaleçam 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.

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 Mudas/Minhocário (figura 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 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 preprocessado, 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.

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.

Linha 4: Concepção e operação do campus

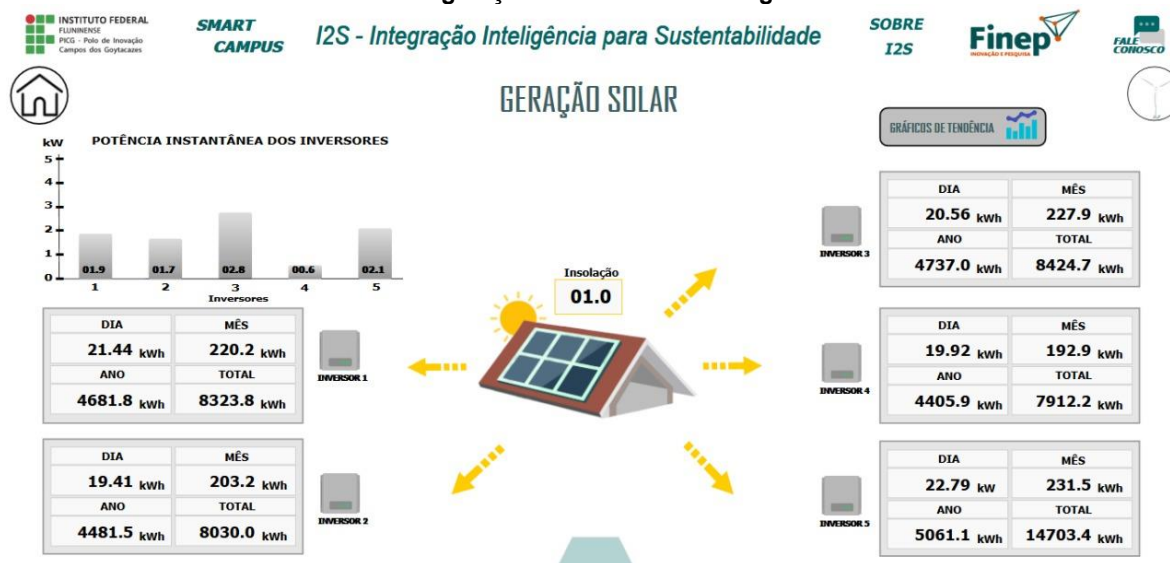
Por fim, no PICG a sustentabilidade apresenta-se como linha em seu modelo de ação a também na estruturação do espaço físico do Polo, bem como em sua operação. De fato, é no dia a dia que o PICG esmiúça suas ações em sustentabilidade, elencadas a seguir. Essa linha de ação é simbólica de como os conhecimentos 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.

Espaço físico

Gestão de recursos naturais

- Smart Campus: o projeto Integração e Inteligência para a Sustentabilidade (I2S; ver figura 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 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 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.

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/ano em 2016 para R\$1.000.000 em 2019, representando 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. Assim, até o presente momento, os valores agregados foram de (a) R\$ 3.600.000 para custeio, (b) R\$ 2.000.000 para alocação de contrapartida (pessoal) e (c) R\$ 6.230.000 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.

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 EMBRAPPII 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.

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.

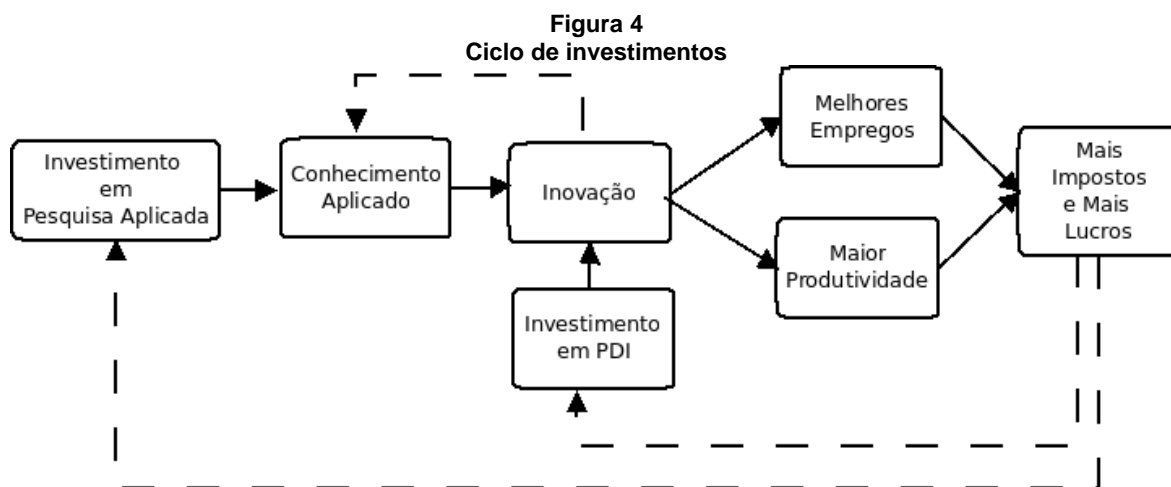
Além desses atores externos com as quais o PICG interage, há uma forte interação interna. Uma forma de interação interna são os Mestrados Profissionais e Pós-graduações *Latu Sensu*. Dentre os mestrados do IFFluminense, dois são baseados no PICG, o de Sistema Aplicados à Engenharia e Gestão (SAEG) e 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 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.

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 conseqüentemente fazendo com que elas paguem mais impostos. Novas tecnologias agregadas demandam trabalhadores mais bem treinados e conseqüentemente 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 conseqüência 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 EMBRAPPII 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.



Fonte: Polo de Inovação Campos dos Goytacazes.

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.

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 EMBRAPPII; 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 EMBRAPPII 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.

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.

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 “*Promising Practice*” pela UNESCO-UNEVOC. Segundo UNESCO-UNEVOC (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 das Nações Unidas (CEPAL), 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 EMBRAPPII, 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 Bem⁴. 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 do 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).

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.

⁴ Lei 11.196/05.

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.

Referencias bibliográficas

- 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.
- EMBRAPII (2014), *Sistema de Excelência Operacional EMBRAPII*, 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].