

SOLARIS – UM PROJETO DE ENGENHARIA EM ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

John B. Kleba – jbkleba@ita.br
IEFH – ITA - Instituto Tecnológico de Aeronáutica
Praça Marechal Eduardo Gomes, Nº 50
12228-900, São José dos Campos, São Paulo, Brasil

Matheus Vidal de Menezes - matheusvidaldemenezes@gmail.com

Resumo: *O presente trabalho relata uma iniciativa de inovação institucional na integração entre ensino, pesquisa e extensão no Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA. A iniciativa é situada no conjunto de atividades do Laboratório de Cidadania e Inovação e do time de alunos Enactus/ITA. O foco desse artigo reside no projeto Solaris, que busca soluções de energia solar para diversos públicos visando inclusão social e educação tecnosocial. O projeto Solaris é um exemplo positivo de inovação na formação de engenharia, mediante a integração entre iniciativas curriculares e extra-curriculares, permitindo aos alunos dominarem não somente todo o ciclo de pesquisa e desenvolvimento, mas inclusive modelos empresariais, sendo capazes de aplicar esses conhecimentos em casos concretos. O impacto positivo na formação de engenharia é mensurado, assim como os gargalos e o potencial de projetos similares são discutidos.*

Palavras-chave: *Engenharia humanitária. Inovação no ensino em engenharia. Energia solar. Engenharia engajada. Engenharia e extensão universitária.*

1 INTRODUÇÃO

Desde 2009 o departamento de humanidades (IEFH) do ITA vem experimentando com projetos de cidadania e inovação no ensino, pesquisa e extensão. Essas iniciativas desembocaram na fundação de um Laboratório de Cidadania e Inovação (CI-Lab) e na criação do time Enactus/ITA. Este último foi criado no início de 2016 e atualmente conta com cerca de 20 alunos. ENACTUS é uma organização internacional sem fins lucrativos, que atua em mais de 1.700 universidades e em 37 países, dedicada a inspirar alunos universitários a desenvolver soluções criativas e escaláveis para as mazelas da população mundial por meio da inovação empreendedora.

Em 2016, a parceria Enactus/ITA e CI-Lab deu origem ao projeto Solaris, voltado para a pesquisa e a disseminação de soluções de energia solar em comunidades de baixa renda e escolas. O projeto Solaris em suas versões de 2017 e 2018 contempla todo o ciclo de pesquisa e desenvolvimento (P&D), treinamento em empreendedorismo, inserção em diferentes disciplinas, cooperação interdisciplinar, trabalhos de extensão com parcerias, treinamento extra-curricular e impacto tecnosocial mensurável.

O presente artigo resume: a) o contexto da engenharia humanitária e os referenciais teóricos e metodológicos utilizados nos projetos tecnossociais do ITA; b) o projeto Solaris como experiência de inovação em ensino e extensão universitária; c) uma avaliação dos potenciais e gargalos do projeto; d) considerações finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO

Em termos de diretrizes educacionais, o relatório da UNESCO *Engineering: Issues, Challenges and Opportunities for Development* demanda a urgência de uma renovação da formação em engenharia, expressando recomendações do *World Congress on Engineering Education*, e chama para a responsabilidade social na engenharia (UNESCO, 2010). Diversas universidades no Brasil e no exterior vem implementando iniciativas de inovação institucional nesse sentido, dentro de um movimento mais amplo expresso em conceitos como engenharia para o desenvolvimento social, engenharia humanitária e engenharia engajada (VALDERRAMA et al, 2012, p.19; KLEBA, 2017).

Ressalta-se que há um impacto significativo de projetos de cunho tecnossocial no aprimoramento de habilidades de design de protótipos dos estudantes (MCKENNA et al, 2011, p.23). Nesse sentido, o CI-lab do ITA tem trabalhado com referenciais teóricos como o *design thinking*, combinando técnicas de desenhos e soluções inusitadas com atividades mão-na-massa (BROWN, WYAT, 2010, p.32), além de aplicar conceitos de co-criação, pesquisa-ação e reflexões dos estudos em Ciência, Tecnologia e Sociedade (KLEBA, 2017). Além disso, o ensino do empreendedorismo ou negócio social objetiva tornar engenheiros capazes de conceber e implementar projetos em todas as suas etapas, familiarizando-se com estratégias de financiamento, marketing, *ventures* e design do produto (BROCK; STEINER; JORDAN, 2012).

3 SOLARIS – UM PROJETO DE MÚLTIPLAS FACES

3.1 Origem e justificativa do projeto Solaris

As origens do projeto remontam ao final de 2015, a partir de uma demanda para soluções de energia da comunidade ribeirinha Beira Rio, bairro Urbanova, São José dos Campos. Nessa comunidade o CI-lab já havia finalizado com sucesso um projeto com foco em soluções de saneamento (RIBEIRO; SANTANA; KLEBA, 2015). Desta forma, o projeto “Vila Ecológica” foi elaborado pelo CI-lab, resultando na instalação de três aquecedores solares de baixo custo (ASBC) na comunidade ao final de 2016. Esse projeto teve duração de quatro meses, participação de seis alunos e uma linha de financiamento visando estimular inovações no ensino, provida por ex-iteanos da turma de formandos de 1961 (t61). Enquanto o sistema convencional de mercado tinha um custo que variava entre R\$ 1.800 a R\$ 4.200, o ASBC desenvolvido pela equipe do projeto chegou ao valor de R\$ 460 a R\$ 880 (dependendo da instalação de complementos como Arduíno e sensores de temperatura e luminosidade). As medições com o protótipo realizadas na época, às 13 h na moradia estudantil do ITA, o H8, resultaram na temperatura na saída da água de 62 °C (tempo nublado/ensolarado). Para treinamento, moradores e alunos participaram de curso oferecido pela empresa Gerasol em Belo Horizonte em 19 de dezembro de 2016, redundando em cinco alunos e dois moradores da comunidade capacitados a montar o ASBC e ensinar a replicar o modelo.

A demanda por soluções em energias limpas é de relevância generalizada. De acordo com o Banco de Informações de Geração da Agência Nacional de Energia Elétrica, apenas 0.02% da matriz elétrica brasileira advém de energia elétrica fotovoltaica, apesar do Brasil ter a

terceira maior capacidade total instalada de sistemas de aquecimento solar, revelando potencial exponencial de crescimento (PEREIRA et al, 2017, p.13). O projeto Solaris reconhece esse potencial de escalabilidade, e passa a se desdobrar nas fases de 2017 e de 2018, descritas a seguir.

3.2 Solaris – 2017

O projeto Solaris foi iniciado em 2017 pela Enactus/ITA com apoio do CI-lab. O foco do projeto residiu em inovar e escalar em torno da energia solar, a partir das seguintes frentes de trabalho: P&D, instalação de sistemas de ASBC e painéis fotovoltaicos, capacitação dos alunos, formação de replicadores mediante parcerias e domínio de modelos de negócio.

O ASBC reduz sensivelmente o gasto com energia elétrica de comunidades carentes, em função do consumo de energia do chuveiro elétrico. Segundo depoimento de moradora da Beira Rio, após a instalação do ASBC em sua casa pelo projeto, houve economia média de 40% na sua conta de energia. Já o sistema fotovoltaico visa gerar independência e apropriação tecnológica para a comunidade, blindando-a de eventuais crises energéticas no país e aumentos repentinos no preço da eletricidade.

Em 2017 o projeto conta com participação de 15 alunos, além de professores e parceiros, e teve como principal financiadora a ITAex, instituição de ex-alunos do ITA para *endowment* de projetos criada em 2016, além de adquirir dotação do *Ford College Community Challenge* no valor de US\$ 5.000,00.

Alguns dos destaques do projeto Solaris em 2017 em termos de P&D e extensão são:

- Integração acadêmica: alunos de graduação se desenvolveram em conceitos aplicados de eletrônica, computação, mecânica, química, infraestrutura e gestão de projetos, adquirindo não somente conhecimentos relevantes de engenharia, mas entusiasmo e motivação via inserção em projetos;
- Desenvolvimento de um controlador de carga MPPT otimizado em termos de eficiência e custos, com parte eletrônica similar a um controlador de mercado;
- Desenvolvimento e implementação em um relé de fotocélula DC dificilmente encontrado no mercado;
- Desenvolvimento de um *Tracker* fotovoltaico;
- Implementação de oficinas de eletrônica de alto nível para o Instituto Alpha Lumen – parceiro do projeto Solaris;
- Treinamento em empreendedorismo, com consultoria de empresários em gestão de projetos, mediante uso da dinâmica *Business Advisory Board*;

Ao todo, foram instalados três sistemas fotovoltaicos *off-grid* com 11 painéis, estes na escola sustentável na comunidade Beira Rio, no contêiner da iniciativa Enactus/ITA e no mastro da bandeira na moradia estudantil no Centro Tecnológico Aeroespacial (CTA), além de sete ASBC. Há interesse dos parceiros no CTA na expansão das instalações em mais apartamentos estudantis e em vilas militares.

Como coroamento dos resultados de sua paleta de projetos, na qual o Solaris foi o de maior destaque, o time Enactus/ITA ganhou o prêmio de vice-campeão no campeonato

nacional de empreendedorismo social da Enactus Brasil 2017, entre 54 times universitários, além de obter repercussão midiática em programas de TV (Band, TV Cultura – Repórter Ecos, TV Câmara SJC) e na mídia impressa (FOLHA DE SÃO PAULO, 2017).

3.3 Pesquisa, desenvolvimento e integração curricular

As demandas de P&D do projeto Solaris foram parcialmente integradas em disciplinas curriculares. Nesse sentido, alguns professores do ITA vem abrindo espaço para estimular o desenvolvimento e a continuidade de projetos pelos alunos. Em 2017 observamos três desenvolvimentos tecnológicos do Solaris vinculados a trabalhos disciplinares: controlador de carga, células solares e *Tracker*.

O desenvolvimento e os testes do controlador de carga foram realizados no CCM (Centro de Competência e Manufatura) do ITA. As disciplinas ‘MTP-02 - Introdução à engenharia’, ‘HUM-73 - Tecnologia Social, Educação e Cidadania’ e ‘FIS-32 – Eletricidade e Magnetismo’ foram essenciais para diferentes dimensões na realização do projeto. Após realizar comparativo dos modelos disponíveis no mercado do tipo PWM e MPPT (*Maximum Power Point Tracking*), objetivou-se desenvolver um novo protótipo de menor custo, alta eficiência e resiliência, via o design de um sistema de ajuste da voltagem solar recebida e de compensação interna para aumento do rendimento do sistema. Verificou-se que o controlador desenvolvido pelo grupo de seis alunos desse projeto de P&D possui uma corrente suportada de 20A e voltagem de 30V, o que o torna comparável ao modelo Tracer 2210A, que custa R\$ 519,00, enquanto o protótipo desenvolvido pelo time Enactus teve custo médio de R\$ 200,00. Outro diferencial do protótipo é o uso do plástico ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno) mediante impressão 3D, que confere precisão milimétrica, elevada resistência ao impacto e fácil processamento, além de baixo custo.

O estudo em Células Orgânicas (*Organic Solar Cells - OPV*) e de Células Solares Sensibilizadas por Corante (DSSC - *dye-sensitized solar cell*) foi realizado na disciplina ‘Química Geral II’ (QUI-28) e teve embasamento adicional do curso online *Organic Solar Cells – Theory and Practice* oferecido pela *Technical University of Denmark (DTU)*. Sabe-se que a primeira geração de células fotovoltaicas, as de base de silício (mono ou policristalino), possuem limitantes como o alto custo da purificação do silício e as dificuldades para sua reciclagem, assim como a segunda geração, *i.e.*, filmes finos. Já as células de terceira geração, as células orgânicas, são invenções recentes, e apresentam diversas vantagens como: material orgânico reciclável, possibilidade de transparência, coloração à gosto, versatilidade e maleabilidade que se traduzem em diversas aplicações. As células orgânicas são de dois tipos: orgânicas ou sensibilizadas por corante. O projeto que desenvolveu as DSSC por uma equipe de alunos do primeiro ano do ITA recebeu o Prêmio de Projeto Destaque da parte laboratorial de química no segundo semestre de 2017.

Um protótipo de rastreador solar, *Tracker*, foi desenvolvido nas disciplinas de ‘MTP-02 - Introdução à engenharia’ e ‘FIS-32 – Eletricidade e Magnetismo’ com uso do Arduíno. Estudos apontam que a utilização deste artefato permite ganho em até 30% de eficiência anual de um sistema fotovoltaico.

3.4 Treinamento extracurricular

Com seu ensino de fomentar o empreendedorismo social o time Enactus/ITA realizou treinamentos extracurriculares, que visam complementar os conhecimentos adquiridos na grade curricular e atender necessidades específicas do projeto. Desta forma, utilizou-se da metodologia *Business Advisory Board (BAB)*, onde os alunos apresentam os projetos para o comentário crítico de um corpo de conselheiros consultivos de negócios. O time realizou dois treinamentos BAB, em outubro de 2017 e em março de 2018, com a participação de

empresários (alguns deles ex-iteanos) como Eduardo Matsushita (CEO da Infinitas), Walter Schalka (CEO da Suzano Papel Celulose), Luis Pasquotto (Presidente da Cummins Brasil e VP da Cummins global), Bento Koike (fundador da Tecsis), Nuricel Villalonga (Presidente do Instituto Alpha Lumen), Fernando A. Simões (sócio diretor na Bemtevi Investimento Social) e Ralf Toenjes (Presidente da Renovatio e da VerBem). Além dos BABs, pode-se destacar um treinamento em finanças corporativas, contábil e lançamento de empresas (CFA Guilherme Cleffe) e um treinamento de FMEA - Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos (Cummins Brasil).

3.5 Parcerias

O trabalho com parcerias teve múltiplas funções. As principais parcerias na fase do projeto em 2017 foram: O Instituto Alpha Lumen, a comunidade Beira Rio, o Centro Acadêmico Santos Dumont (CASD), o Sítio dos Astronautas, além do apoio operacional da Comissão de Obras do CTA e da Pró-reitora de Administração.

O Instituto Alpha Lumen (IAL) é uma entidade sem fins lucrativos e de utilidade pública, sediada em São José dos Campos, voltada para estudantes com alto grau de habilidades cognitivas. No IAL foi realizado um treinamento semanal de cerca de 15 alunos de ensino médio, inicialmente assessorado por especialista parceiro do Sítio dos Astronautas, empresa voltada ao fomento da tecnologia para a cidadania. Entre outros, foram montados kits que simulam a implementação de um sistema fotovoltaico *off-grid* num modelo de *kit*, que ainda pode funcionar como carregador USB. O objetivo é capacitar monitores para reproduzir os conhecimentos teóricos e práticos sobre energia solar impactando o maior número possível de escolas públicas em 2018.

Parceria fundamental é a comunidade de baixa renda Beira Rio. Nela foram realizados workshops de capacitação. Por exemplo, em outubro de 2017, foi organizado um workshop para a construção de ASBC com participação de oito moradores de três comunidades de baixa-renda (figura 1).

Figura 1 – Workshop ASBC



Fonte: Projeto Solaris - Enactus/ITA

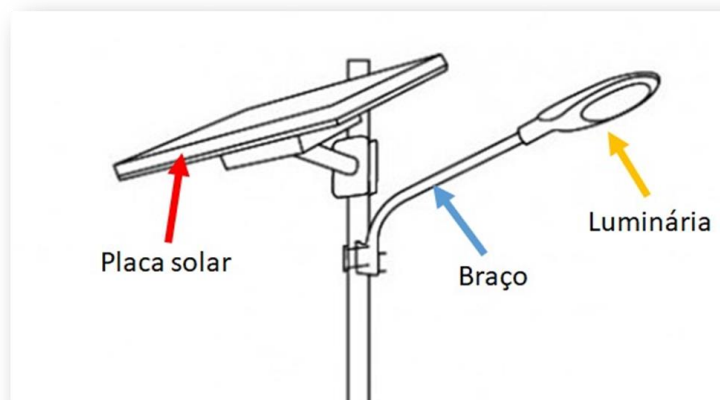
Objetiva-se que os moradores se tornem os próprios responsáveis pela construção e manutenção dos aparelhos e assumam o papel de disseminadores das tecnologias para outras comunidades, gerando por sua vez um novo ciclo. O workshop foi concebido num processo

de cocriação com os moradores locais, onde os participantes decidem e criam conjuntamente em todas as fases do projeto. Assim, foram discutidos no processo os problemas que costumam ocorrer em ASBC, assim como ideias de experimentação com materiais alternativos. O workshop foi iniciado com um debate sobre a relevância da energia solar e continuado com a construção de placas coletoras de forro de PVC, bem como do reservatório térmico, o boiler. Uma apostila elaborada pelo time permitiu o acompanhamento de conceitos e a revisão da lista de materiais e ferramentas necessárias. O workshop foi realizado por seis alunos do ITA e teve a participação de professor do CI-lab, conselheiro da Enactus/ITA.

3.6 Solaris - 2018

Em 2018 o projeto Solaris entra numa nova fase, mais ousada. Desta vez, o portfólio de projetos foca no desenvolvimento de postes solares *off-grid* com roteadores sem fio a serem utilizados em rede *mesh*. Obteve-se novo financiamento pela ITAex por dois semestres. A fase de P&D visa aprofundar novas linhas de células fotovoltaicas: OPV, Perovskita, DSSC. Estudos recentes apontam que células solares de Perovskita revelam ter potencial de serem mais eficientes e baratas do que as de silício. Há relatos na literatura de grupos de Perovskita que atingiram cerca de 20% de eficiência, contra 15% em média daquela apresentada pelas placas de silício comercializadas (UNICAMP, 2016). O grupo que está focado nessa área encontra-se atualmente em processo de aprendizagem das ferramentas computacionais necessárias para se realizarem simulações com o algoritmo VASP, tendo em vista a determinação daquela composição de Perovskita mais efetiva para aplicações práticas. Visando a operacionalização de ponta necessária para a etapa de produção, foi estabelecida uma parceria com o Instituto de Estudos Avançados (IEAV) do CTA. Os postes solares *off-grid* funcionam com baterias de íon de lítio com autonomia de 12h e são de fácil instalação e custo acessível. Atualmente há 10 alunos de engenharia do segundo ano do ITA divididos em 3 áreas (eletrônica, mecânica e computação) e dois professores orientadores da engenharia civil e eletrônica engajados no projeto. O protótipo está sendo montado no Laboratório de Engenharia Aeronáutica para usinagem de materiais (AI) e no Centro de Competência e Manufatura (CCM), além da utilização de ferramentas e espaços de trabalho do time Enactus/ITA. A iluminação do poste está na fase de prototipagem, conforme figura 2 abaixo.

Figura 2 – Protótipo do Poste Solar de Iluminação



Fonte: Projeto Solaris, Enactus/ITA

Além disso, a nova fase do projeto objetiva dar escalabilidade às oficinas educacionais acerca do uso de energia solar em escolas públicas e privadas (figura 3). Nesse sentido,

oficinas voltadas a crianças e jovens para o ensino de física e eletrônica com montagem de placas fotovoltaicas foram realizados entre abril e junho de 2018 em São José dos Campos na zona oeste na escolinha da comunidade Beira Rio, na zona leste na EMEF Professora Elizabete de Paula Honorato, uma escola com alto número de alunos cujas famílias recebem bolsa família, e na zona central na Escola Espiral, esta última baseada nos conceitos pedagógicos alternativos da Escola da Ponte de Portugal, além de no próprio IAL (figura 3).

Figura 3 – Oficina Prática de Energia Solar no Instituto Alpha Lumen



Fonte: Projeto Solaris, Enactus/ITA

A integração da rede sem fio se dá em parceria com novo projeto da Enactus/ITA e do CI-Lab, o Internet for All (I4All), que visa se dedicar a soluções tecnológicas para inclusão digital, inserindo-se na rede brasileira da Coolab, que já vem instalando sistemas de internet comunitários. Vale ainda ressaltar que os ASBC estão recebendo um tratamento diferenciado por meio da fundação por membros do time da ONG Apolo – Impacto em Soluções Renováveis.

4 AVALIAÇÃO DE POTENCIAIS E GARGALOS

Tecendo uma reflexão crítica sobre as experiências em torno do projeto Solaris levanta-se aqui algumas questões: a) qual o potencial de tais iniciativas de prover sinergias positivas na integração entre ensino, pesquisa e extensão buscando excelência? b) quais os gargalos para tal ensino? c) quais os fatores-chave para uma otimização institucional oferecendo condições para um alto desempenho em projetos de engenharia similares?

(a) O impacto positivo na formação de engenharia é evidente, segundo as métricas levantadas em *survey* realizada pelos autores no período 2015- 2018, medindo o nível de impacto da participação de alunos em projetos tecnosociais. A *survey* compara a situação antes e depois da participação em projetos em cinco variáveis de impacto: nulo, baixo, médio, alto e muito alto. Os resultados são apresentados com as respostas indicando duas variáveis em ordem decrescente, ou quando indicando três variáveis ou mais, com a sua média:

- aprendizagem no trabalho em equipe e empatia – muito alto/alto;
- liderança – alto – muito alto/alto;
- domínio do processo de *design thinking* - alto;

- domínio da prototipagem e ciclo de testes – alto/médio;
- domínio da imersão no problema-foco – alto/muito alto;
- domínio em modelos de negócio – alto/muito alto;
- capacidade para lidar com pessoas de outros contextos sociais, como moradores de comunidades – alto/muito alto;
- habilidades em comunicação - muito alto/alto;
- nível de motivação em projetos de engenharia - muito alto/alto;

Em suma, projetos de engenharia e empreendedorismo social possuem um alto potencial de agregação na formação do engenheiro em elementos como *soft skills*, entre outros fatores, obviamente dentro de expectativas realistas para alunos de graduação num modelo pedagógico centrado em disciplinas semestrais, e não em projetos de engenharia de maior prazo e maior complexidade.

(b) Entre as principais dificuldades vivenciadas pelo projeto Solaris está a sua própria ambição de avançar de forma simultânea em todas as etapas do *design thinking*, da imersão no problema e o desenho de soluções criativas, passando pela prototipagem e os testes de implementação, até os desafios de escalabilidade. Quando os projetos Enactus se relacionam com a grade curricular, seus resultados são excelentes a exemplo do projeto DSSC na disciplina ‘Química geral’. Outro grande objetivo do CI-lab e da Enactus/ITA é integrar alunos e pesquisadores de níveis mais avançados nos projetos, inclusive a Pós-Graduação, o que refletiria uma mudança na cultura institucional atual.

Em geral, projetos de extensão se situam num contexto de constrangimentos rígidos de currículos, escassez de tempo e pressões acadêmicas por notas e entregáveis (NIEUSMA, 2011). Em suma, destacam-se os seguintes desafios de projetos de extensão tecnossocial: há um *trade-off* entre o ensejo de resultados rápidos, o empoderamento de comunidades e a capacitação de parceiros, e o grau de inventividade; a continuidade dos projetos, que demanda médio a longo prazo, quando as disciplinas são semestrais; o ritmo acadêmico (pressão para resultados) versus o ritmo do público-alvo e os imprevistos de implementações no mundo real; rigidez curricular (horas fixas) versus a flexibilidade de tempo necessária para atividades fora da universidade. Particularmente, a introdução atual no ITA do reconhecimento da carga horária de atividades complementares (extra-curriculares) avança no sentido de criar mais espaço para a integração de projetos supervisionados de P&D de médio e longo prazo.

c) A partir do estudo *Excellence in Engineering Education* destacam-se os seguintes fatores relevantes para o sucesso de programas de inovação da educação em engenharia: liderança, engajamento, design educacional, forma de planejamento e estratégia de implementação (GRAHAM, 2012, p.60-65). Assim, há necessidade não somente da atuação de profissionais da instituição na liderança de um processo de transformação do modelo educacional, mas também o apoio das instâncias decisórias e um suporte administrativo e financeiro adequado. No projetos Solaris tivemos os seguintes facilitadores: financiamento via T61 e ITAex; suporte da Pró-Reitoria de Graduação para a inovação pedagógica e extensão; abertura de espaço para projetos dos alunos em certas disciplinas; parceria Enactus/ITA e CI-lab; cooperação interdisciplinar dentro do ITA; parceria do empresariado e da sociedade civil.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto Solaris é um exemplo positivo que agrega a possibilidade de inovar no ensino, pesquisa e extensão em busca de maior integração e de excelência, mediante a atuação conjunta de iniciativas curriculares e extra-curriculares. Essa conjunção permitiu efetivar no projeto Solaris a combinação de todo o ciclo de design thinking, inclusive áreas estratégicas de P&D, bem como um crescente domínio em modelos empresariais e de escalabilidade, resguardados os limites e condicionantes mencionados nesse artigo.

Agradecimentos

Nossos sinceros agradecimentos a todos os membros do time Enactus/ITA, aos professores do CI-lab, à comunidade Beira Rio, em especial Erasmo e Isabel, a João Gomes da T61, à ITAex - João Seffrin e demais colegas, à Nuricel da Alpha Lumen, ao Hiure do Sítio dos Astronautas, aos professores parceiros no ITA, em especial Thiago, Borile, Wilson e Osamu.

REFERÊNCIAS

BROCK, D., STEINER, S. & JORDAN, L. Using the Social Entrepreneurship Model to Teach Engineering Students How to Create Lasting Social Change. In: COLLEDGE, Thomas H. (ed). **Convergence: Philosophies and Pedagogies for Developing the Next Generation of Humanitarian Engineers and Social Entrepreneurs**, IJSLE, 2012.

BROWN, T., WYAT, J. Design Thinking for Social Innovation. **Stanford Social Innovation Review**, Winter 2010.

FOLHA DE SÃO PAULO, Projeto Solaris, 20/08/2017. Disponível em:
<<http://fotografia.folha.uol.com.br/galerias/52057-projeto-solaris>> Acesso em: 20 de ago. 2017.

GRAHAM, Ruth. **Achieving excellence in engineering education: the ingredients of successful change**. London: The Royal Academy of Engineering (and MIT), March 2012.

KLEBA, John Bernhard. Engenharia Engajada – desafios de ensino e extensão. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v.13, n.27, p. 170-187, janeiro-abril, 2017.

MCKENNA, Ann F. et al. Approaches to Engaging Students in Engineering Design and Problem Solving. **Proceedings of the American Society for Engineering Education (ASEE) Annual Conference**, Vancouver, BC Canada, v. 18 of 29, June, p.26-29, 2011.

NIEUSMA, Dean. **Engineering, Social Justice, and Peace: Strategies for Pedagogical, Curricular and Institutional Reform**. American Society for Engineering Education, 2011.

PEREIRA, Enio B. et al. **Atlas brasileiro de energia solar**. 2.ed. São José dos Campos: INPE, 2017.

RIBEIRO, C. H. C. ; SANTANA, L. M. ; KLEBA, J. B. Aspectos do Ensino de Engenharia: Experiências no ITA. In: **67º Reunião Anual da SBPC, Anais...**, São Carlos, 2015.

UNESCO. **Engineering: issues, challenges and opportunities for development**. Paris: UNESCO, 2010.

UNICAMP. Unicamp produz células solares de perovskita. In: **Jornal da Unicamp**, Campinas, nº 669, 19-25 de setembro de 2016.

VALDERRAMA, Andrés F. V. P. et al. Borders of Engineers without Borders. **IJESJP**, v1, n1, 2012.

SOLARIS – AN ENGINEERING PROJECT IN EDUCATION, RESEARCH AND OUTSOURCE

Abstract: *The present paper reports an initiative of institutional innovation in the integration between teaching, research and outreach at the Technological Institute of Aeronautics - ITA. The initiative is placed in the activities of the Citizenship and Innovation Laboratory and the Enactus/ITA student team. The focus of this article lies in the Solaris project, which seeks solar energy solutions for different target audiences, aiming at social inclusion and sociotechnical education. The Solaris project is a positive example of innovation in engineering education by integrating curricular with extracurricular initiatives, allowing students to master not only the entire research and development cycle, but also business models, being able to apply this knowledge in concrete cases. The positive impact on engineering training is measured, as well as the bottlenecks and the potential of similar projects discussed.*

Keywords: *Humanitarian Engineering. Innovative Approaches in Engineering Education. Solar Energy. Engaged Engineering. Engineering and outreach Programs.*