

Propostas do NIPE para o
Hub Internacional para o
Desenvolvimento Sustentável

abril de 2.019

Conteúdo

1	Apresentação	1
2	Energia	2
2.1	Células Fotovoltáicas	2
2.2	Energia Eólica	3
2.3	Incineração de Lixo	3
2.4	Biomassa	4
2.4.1	Novos Combustíveis	4
2.4.2	Biogás e Gás Natural	6
2.5	Outras Formas de Produção de Energia	6
3	Conclusão Parcial: Energia	7
4	Tecnologias Disruptivas	7
4.1	Integração entre Bioenergia, Alimentos e Água	7
4.2	Tratamento de Resíduos, Saneamento Captação de Água	8
4.3	Transporte Público	9
4.4	Código Construtivo	9

1 Apresentação

Os três pilares da universidade são o ensino de graduação, pós-graduação e extensão. Mas além desses pilares a universidade colabora com a sociedade de diversas maneiras. É desnecessário discutir a importância do ensino para a sociedade. No entanto, uma universidade com a importância e visibilidade da UNICAMP tem uma responsabilidade adicional pois muitas das ações tomadas aqui servem de exemplo e inspiração para a sociedade. Assim, e com ênfase nessa característica, o Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético, NIPE, vem apresentar suas propostas para o Hub Internacional para o Desenvolvimento Sustentável, HIDS, capitaneado pela UNICAMP e que conta com a parceria da PUC Campinas, Município de Campinas, Banco Mundial, para citar alguns de seus principais parceiros. Há vários aspectos importantes que devem ser observados na implantação do HIDS. No entanto, por ser um núcleo de planejamento energético, nossas propostas ficarão restritas à assuntos relacionados à energia.

O objetivo dessa proposta é mostrar que a UNICAMP participa intensamente de propostas inovadoras na área de geração de energia limpa e sustentável e ao mesmo tempo torna a UNICAMP uma vitrine para inovações que podem ser facilmente estendidas para a sociedade. Essa iniciativa não deveria ficar restrita à UNICAMP mas deveria incluir também empresas que produzem tecnologia, desde àquelas que produzem tecnologia bem estabelecida quanto àquelas que produzem tecnologia de ruptura. A presente uma proposta versará sobre diversos aspectos do assunto energia e que visa a integração de diversas fontes de energia na micro-geração onde se encontrará o HIDS. Além disso, por ser uma universidade que está na fronteira do conhecimento essa proposta deve ser flexível quanto às fontes de energia que poderão incluir fontes com dezenas a centenas de kW. O uso de cada tipo de fonte deverá seguir não somente aspectos técnicos mas também econômicos, ambientais, rendimento e área de ocupação. Assim, a presente proposta procurará¹ apresentar um planejamento que dê uma direção para a sociedade sobre o assunto de planejamento e uso racional de energia. Essa proposta inclui vários aspectos, todos eles inovadores. Dentre esses destacamos os seguintes:

- produção de energia;
- captação de água;
- transporte público;
- código construtivo.

¹Ou ousará.

2 Energia

Há um consenso que a geração de energia no futuro próximo não ficará limitada à uma única forma ou plataforma. Das diversas plataformas — combustíveis fósseis, hidroeletricidade, nuclear, biomassa, eólica, solar — várias já estão bem estabelecidas e desenvolvidas e o seu desenvolvimento acontece sobretudo nas empresas produtoras. Outras estão em pleno estágio de desenvolvimento e terão um papel importante no futuro. Algumas dessas novas formas de geração de energia são suficientemente compactas para serem usadas na UNICAMP. Além disso, por ser uma proposta de desenvolvimento sustentável, a presente proposta procurará o que há de mais avançado no uso das fontes de energia.

2.1 Células Fotovoltáicas

Recentemente foi inaugurado na UNICAMP uma parceria com a empresa CPFL em que vários prédios do campus foram cobertos com painéis solares para a produção de energia elétrica. A proposta do NIPE é estender o número de placas fotovoltaicas para prédios antigos e, no caso do HIDS, projetar os novos prédios que incluam o uso dessas placas. Além disso, deve-se explorar outras possibilidades de uso de energia solar na geração de energia. Dentre elas destacamos o uso de filmes em janelas e painéis de vidro e a sua integração com os sistemas de consumo de energia para o seu uso mais racional naquilo que se convencionou chamar *prédios inteligentes*. Na UNICAMP, o NIPE tem um grupo de trabalho que já organizou eventos na área. Essa é uma área interdisciplinar pois envolve pesquisadores das áreas engenharia elétrica, mecânica e química. Quando tratamos de prédios inteligentes a pergunta normalmente feita é: quanta energia a UNICAMP (ou melhor os painéis solares instalados no alto dos prédios da UNICAMP) seria capaz de produzir? Como poderíamos interligar ambas formas de energia (solar e de outra fonte)? Esse tipo de iniciativa não exige pesquisa avançada pois envolvem soluções existentes mas cujo uso em larga escala ainda não foi testado na prática. Existem experiências em outras partes do país que podem ser citadas como o caso de Búzios no Rio de Janeiro. No entanto todas essas experiências são tímidas diante de qualquer projeto realizado na UNICAMP. Além disso, o fato de serem soluções tecnologicamente existentes não impede que avanços possam ocorrer ou ser desenvolvidos ou mesmo que pesquisa avançada não possa ser realizada e contribua para o seu desenvolvimento. Um exemplo de sucesso na integração de placas fotovoltaicas vem da Austrália onde há integração na geração de energia na costa leste desde o norte até o sul do país.

O preço de células fotovoltaicas ainda é um fator limitante apesar de ter baixado substancialmente. O retorno do investimento já pode ser medido em menos de cinco anos mas já temos mostras claras que o preço deverá cair ainda mais

nos próximos anos, o que tornaria essa tecnologia competitiva com outras formas de geração de energia. É importante frisar que essa iniciativa foi tomada por várias universidades fora do Brasil. E se isso acontece é porque vê-se na energia fotovoltaica uma possibilidade real de se tornar uma importante componente da matriz energética desses países. Vários são os aspectos da energia produzida por células fotovoltaicas que podem e devem ser aperfeiçoados. Dentre eles podemos destacar o aumento da eficiência da captação de energia solar, produção de células fotovoltaicas a preços competitivos, armazenamento da energia captada durante o dia para uso na ausência de luz e outros aspectos do uso de células fotovoltaicas que podem ser aperfeiçoados. Os pontos citados acima são aqueles que deverão atrair a atenção de pesquisadores da UNICAMP e suas parceiras pois o aumento da eficiência, e consequente redução de custo de geração de energia elétrica, é onde está a fronteira do conhecimento e os desafios à pesquisa e desenvolvimento.

2.2 Energia Eólica

No caso de energia eólica, o atual estágio de desenvolvimento torna essa forma de geração de energia competitiva com outras formas de geração de energia convencionais usadas no Brasil. Nesse caso a ideia é como introduzir inovações no quadro geral de desenvolvimento dessas formas de geração de energia. Há, como em qualquer tecnologia, muito a ser desenvolvido tal como aumento da eficiência da transformação de energia mecânica em energia elétrica, diminuição do ruído produzido nos geradores, aspectos esses que não dizem respeito somente à pesquisa que se realiza em universidades mas que podem e devem ser desenvolvidas em parcerias entre universidades e empresas. Um grande desafio a ser explorado no caso de energia eólica na região de Campinas é o desenvolvimento de turbinas que operem de maneira eficiente com ventos fracos. Campinas não é uma região considerada apropriada para a instalação de turbinas eólicas por não ter ventos regulares durante boa parte do ano. Aqui, como no caso de energia fotovoltaica, o armazenamento de energia para uso em períodos de falta de vento é um assunto recorrente. Há algumas iniciativas correntes na UNICAMP (Gustavo Doubeck, DESQ/FEQ) que podem ser usadas para esse fim mas que carecem de maior desenvolvimento. Há claramente interesse de empresas nesse desenvolvimento.

2.3 Incineração de Lixo

Essa forma de geração de energia já é utilizada na Alemanha e no Japão com grande sucesso. É, portanto, uma forma de geração de energia bem estabelecida. No entanto, há pouquíssimas iniciativas no Brasil de geração de energia por incineração de lixo. Uma das poucas iniciativas está na UFRJ que, no entanto, não é bem sucedida, visto que o incinerador opera de forma errática e com eficiência

baixa. A UNICAMP tem experiência no desenvolvimento de incineradores de alta eficiência e que poderá ser utilizada para a incineração de lixo acoplado à geração de energia. Essa iniciativa contempla não somente a geração de energia mas também a disposição de resíduos sólidos. Além disso, estão presentes no Brasil empresas com vasta experiência na incineração de lixo para a geração de energia, como a SUEZ S.A., e que podem ser convidadas a participar dessa iniciativa.

Com a aprovação da Lei 12.305/10 de 2 de agosto de 2010, que institui a política nacional de resíduos sólidos, os municípios deverão se adaptar e se organizar para dar o destino apropriado para a gestão de resíduos sólidos. A lei criou metas importantes para a eliminação dos lixões; determina a elaboração de um Plano Nacional de Resíduos Sólidos com ampla participação social, contendo metas e estratégias nacionais sobre o tema; prevê a criação de um Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), com o objetivo armazenar, tratar e fornecer informações que apoiem as funções ou processos de gestão dos resíduos; prevê a criação de planos de gestão integrada de resíduos sólidos e os planos de gerenciamento de resíduos sólidos nos níveis estadual, municipal e regional; além de impor que empresas elaborem seus Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

Com isso a escala de geração de energia a partir da incineração de lixo ainda é muito pequena e, daí, a sua inclusão nessa proposta. Há muitas formas de tratar o lixo e nesse tratamento a geração de energia por incineração é uma das opções. Outra forma é o aumento na eficiência na obtenção de gás de lixo que pode ser utilizado na geração de energia em turbinas a gás ou na geração de hidrogênio para uso posterior em células a combustível.

2.4 Biomassa

Talvez a forma de energia sustentável mais visível para a sociedade é a biomassa. No entanto, biomassa envolve diversos aspectos na geração e produção de energia. A UNICAMP tem vasta experiência com biomassa, com profissionais que atuam em pesquisas na FEQ, FEM, IQ, IFGW, IB, FEA, FEAGRI. Dada a sua diversidade dividiremos a sua contribuição para o HIDS por tópicos.

2.4.1 Novos Combustíveis

É inegável que o Brasil é pioneiro no uso de biomassa como combustível. O sucesso do Proálcool que ficou restrito ao Brasil durante muitos anos hoje é uma realidade em outros países. No entanto, há outros combustíveis derivados de biomassa que podem ser mais eficientes (do ponto de vista energético) que o

etanol e podem, além disso, ser mais baratos. O desenvolvimento desses combustíveis envolverá a sua obtenção (FEQ, FEA, IQ, IB) e a sua aplicação (FEM, FEAGRI). Essas pesquisas deverão ocorrer nas unidades da UNICAMP e não sugere-se aqui a instalação de um laboratório para pesquisas dentro do HIDS mas sim o uso desses combustíveis em veículos que transitem em área demarcada. O uso de combustíveis – alternativos ou fósseis – é uma tecnologia bem estabelecida e antiga. A delimitação de uma área para uso de combustíveis alternativos poderá incluir também o uso de novas tecnologias de motores. Aqi deve-se incluir não somente carros totalmente elétricos mas também aqueles que usem pilhas a combustível que usem combustíveis de origem renovável. Essa tecnologia já está em desenvolvimento e a NISSAN é uma das empresas mais avançadas no seu desenvolvimento e já demonstrou intenção em desenvolver automóveis que usem etanol como combustível de pilhas a combustível.

Vários são os combustíveis que podem ser utilizados em uma pilha a combustível a base óxidos sólidos, SOFC, desde metano, CH_4 , com a maior razão H:C até outros combustíveis fósseis com razão H:C bem menores como no caso de compostos aromáticos. No caso específico do metano a temperatura de reforma a vapor é maior do que 900°C , a maior temperatura para hidrocarbonetos. Apesar das SOFC operarem em temperaturas altas, quanto mais alta a temperatura maior será o custo de isolamento bem como maior será o consumo de combustível, visto que para se atingir a temperatura de reação necessária para a reação de reforma em um sistema compacto como o de veículos automotores a energia deve ser provida pelo combustão de parte do combustível. A vantagem do uso de biocombustíveis está no fato de ter pelo menos um átomo de oxigênio na molécula o que faz com que a temperatura de oxidação parcial seja menor. Além disso, álcoois tem uma das maiores razões H:C² (H:C = 2,0) possíveis para um combustível, com exceção do metano (H:C = 3,0) e parafinas (H:C = $2 + \frac{1}{2n}$), onde n é o número de átomos de carbono na molécula de parafina. Outros hidrocarbonetos tem uma razão H:C menor do que 2,0. Assim nesse trabalhos usaremos etanol, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, como combustível preferencial mas deve-se explorar também outras moléculas oxigenadas que podem potencialmente ser utilizadas, sobretudo aquelas oriundas da pirólise rápida de resíduos agrícolas ou de lixo urbano (vide supra).

A biomassa de qualquer origem pode ainda ser utilizada na produção de energia elétrica seja em turbinas a vapor ou a gás (vide infra) ou em turbogeradores. No entanto, essa utilização de biomassa para produção de energia elétrica encontra-se em diversos estágios de desenvolvimento. Novamente, a parceria com empresas interessadas em desenvolver plataformas de produção de energia devem ser estimuladas, desde grandes empresas geradoras de energia como com pequenas

²Chama-se aqui de razão H:C a razão entre o H_2 formado por CO formado. Quanto maior essa razão mais eficiente será o sistema das pilhas combustíveis.

startups que tenham ideias disruptivas.

2.4.2 Biogás e Gás Natural

Apesar de um ser de origem renovável e o outro de origem fóssil ambos são uma mistura de metano com outros gases. No caso do biogás o outro principal componente é o gás carbônico, CO_2 . No caso do gás natural há uma enorme variação na composição do gás dependendo de sua origem. No entanto, no caso do gás natural oriundo da bacia de Santos há uma percentagem significativa de CO_2 presente no gás. Assim, a mistura de gases chamada de gás natural, mesmo de origem fóssil, é uma forma bastante eficiente de produção de energia (o metano tem um alto conteúdo energético) e em ambas formas requererá o desenvolvimento de unidades de separação do metano do CO_2 . Uma vez purificado o metano poderá ser usado como combustível automotivo (motores a explosão interna), como combustível para pilhas a combustível ou em veículos que usem SOFC, ou ainda em turbinas a gás para geração de energia elétrica.

Além de ser uma fonte renovável de energia, a vantagem do biogás estaria em sua multifuncionalidade, uma vez que sistemas de biogás sustentáveis oferecem soluções para tratamento/gestão de resíduos orgânicos, para proteção do meio ambiente, para agregar valor a subprodutos, para a produção de bioenergia e biocombustíveis. Ao mesmo tempo em que agrega valor econômico aos resíduos, este processo promove a descarbonização ambiental, sendo uma das únicas biotecnologias capazes de alcançar uma pegada negativa de carbono. No contexto do HIDS, a inserção do biogás se daria de forma versátil, visto que poderia atuar nos diversos setores onde houvesse a geração de resíduos (urbanos, industriais ou agroindustriais), de forma individual ou integrada, visando a produção de bioenergia/biocombustíveis.

2.5 Outras Formas de Produção de Energia

Outra forma, nesse caso bastante incipiente, de geração de energia limpa e sustentável, é a conversão de energia luminosa via algas. Essa, de certa forma, é outra forma de se usar ou desenvolver energia solar, mas cujo estágio de desenvolvimento está muito abaixo daquele das células fotovoltaicas.

Da mesma forma como o estado de São Paulo criou o Instituto BIOEN, seria de interesse para o desenvolvimento do estado e do país um centro de referência para o desenvolvimento de iniciativas com grande potencial de desenvolvimento, i.e., um centro de desenvolvimento de produção de energia avançada e de alto risco. Aqui acredita-se que o desenvolvimento desse tipo de tecnologia requer uma dose alta de investimento a fundo perdido. Para tanto são necessários fundos que permitam esse desenvolvimento. Esses fundos devem vir não somente de fundos

públicos mas também de parcerias com empresas interessadas no seu desenvolvimento. A UNICAMP tem uma vantagem nesse quesito uma vez que tem grande tradição em parcerias com empresas privadas. Mas para isso é necessário que os processos de parcerias sejam agilizados dentro da burocracia (necessária) da universidade.

3 Conclusão Parcial: Energia

As diversas iniciativas de geração, pesquisa e desenvolvimento que forem adotadas no HIDS deverão ser coordenados por um espaço para gerenciamento, desenvolvimento, instalação e testes de fontes de micro-geração de tipos diversos e tecnologias novas de uso final para pesquisa e ensino, conectado e complementar ao Microgrid da Unicamp. Já há uma iniciativa que está sendo negociado pela FEEC com a CPFL.

Dada a experiência do NIPE em assuntos relacionados ao planejamento energético sugerimos que a coordenação dos projetos na área de energia deveria contar com a participação do NIPE. Naturalmente a participação do NIPE integraria, necessariamente, a FEM, FEEC, FEQ, FEAGRI, FEC, FEA, além de outras unidades e núcleos, para o quais planejamento energético é muito mais que instalar e ligar uma fonte de energia qualquer, dado o oportunismo de um projeto ou de uma nova "moda tecnológica".

4 Tecnologias Disruptivas

Uma pergunta recorrente para quem se preocupa com a contribuição de uma universidade com o porte e a importância da UNICAMP para a sociedade é: como podemos ou devemos contribuir com a sociedade como um exemplo para cidades? A UNICAMP como uma universidade com grande visibilidade na sociedade deve servir de modelo nas diversas áreas de infraestrutura. Além dos tópicos claramente relacionados à energia descritos acima há outros que envolvem o uso de energia e que carecem de maior desenvolvimento e que merecem ser abordados na implantação do HIDS.

4.1 Integração entre Bioenergia, Alimentos e Água

Devido a magnitude do empreendimento, o HIDS deve ser um laboratório a céu aberto onde o que há de mais tecnológico será implantado ao mesmo tempo que pesquisas envolvendo tecnologias disruptivas poderão ser testadas. Essas devem levar em conta o seu papel para o entendimento nonexo manutenção de matas

e bosques, disponibilização de energia renovável com mínima produção de rejeitos, não competição com a produção de alimentos e promoção de alta absorção de água dos solos (bosques e pavimentos).

A ideia desse conceito deverá buscar preencher lacunas na cadeia de valor da inovação de bens e serviços envolvendo pesquisa básica e aplicada. O eixo básico das pesquisas deverá ter como balizador principais a governança dos projetos de *spin-offs* e compreensão das necessidades da sociedade do século XXI de bens e serviços com zero externalidade negativa, bem como das práticas de famílias e comunidades na reciclagem, recuperação e reutilização de resíduos agropecuários e industriais, sobretudo no entorno urbano. O objetivo dessas ações é elevar qualidade de vida urbana com trabalho próximo a residências e sobretudo aproximar a universidade da metrópole.

Junto com uma abordagem integrada para a sustentabilidade e eficiência na demanda de energia e, considerando o ciclo da água em solos férteis e bosques, deve-se buscar um projeto que promova a capitalização dos resultados associando uma série de normas, protocolos e estratégias tecnológicas que resultem no aumento da eficiência dos recursos e economia de baixo carbono, bem como reduzir os poluentes atmosféricos nessas regiões. O projeto inicia e consolida uma investigação sobre o nexos bioenergia-água no contexto agroindustrial e urbano.

4.2 Tratamento de Resíduos, Saneamento Captação de Água

O uso da água será um tema recorrente em todos projetos de desenvolvimento que estarão na pauta dos próximos anos. Apesar de Campinas contar com uma empresa de captação e tratamento de água que faz um trabalho de excelência, há vários aspectos importantes que não são tratados pela SANASA, tais como tratamento terciários ou de oxidação avançada, capazes de destruir produtos químicos recalcitrantes. Esses processos existem mas devem ser aprimorados em uma escala compatível com àqueles que hoje são usados nas cidades brasileiras do porte de Campinas ou maiores. Outro aspecto importante é desenvolvermos sistemas que diminuam sobremaneira as perdas de água durante a distribuição. Hoje em Campinas a SANASA tem perdas da ordem de 19% da água tratada, perdas essas que resultam em custos para a empresa e para o consumidor. Só a título de comparação as perdas na captação, tratamento e distribuição de água na cidade de Gifu³ são de 3%!

Já quando o assunto é tratamento de esgoto e captação de água, que contribuição a UNICAMP poderá dar à sociedade? E tratando-se de saneamento, não se pode ignorar o contexto do tratamento de resíduos urbanos e industriais (ou agroindustriais, com grande peso no Brasil), que também se relacionam diretamente a

³Cidade irmã de Campinas no Japão.

questões de saúde pública. Frente ao conceito do HIDS, tais aspectos devem ser interligados e/ou integrados, de forma a promover vitrines das chamadas cidades sustentáveis.

4.3 Transporte Público

Em qualquer cidade de porte médio ou grande não há uma única forma de transporte público. Em cidades européias ou japonesas o sistema de transporte é constituído por ônibus, trem, metro e bonde (aka VLT). Talvez o maior erro das cidades brasileiras foi ter retirado os trilhos dos bondes das ruas e restringido o transporte urbano à ônibus. E como a UNICAMP pode contribuir nesse quesito? Outros professores já propuseram usar a UNICAMP com uma plataforma para o uso do VLT no campus e em Barão Geraldo. A área de transporte precisa ser avançada na UNICAMP. Das várias universidades parceiras que temos, algumas são muito fortes em transporte. Para citar apenas uma, cito Beijing Jiaotong University.

4.4 Código Construtivo

Os próximos anos verá um aumento explosivo do número de construções, seja de casas ou vias de transporte. Esse aumento demandará um aumento da eficiência e conseqüente diminuição de custo dos processos construtivos. É possível inovar nessa área com o desenvolvimento de materiais mais eficientes para uso na construção civil tanto no que tange à facilidade e rapidez da construção quanto à eficiência energética desses materiais. Recentemente foi publicado na UNICAMP uma tese importante na área de urbanismo sobre o aproveitamento do chamado *envelope solar* que alia a direção do sol com a altura dos prédios das vizinhanças podendo ser ainda aliada ao uso *correto* das correntes de ar para aumentar a eficiência do conforto térmico dos prédios.