Relatório de Indicadores Ambientais Apresentado à disciplina SHS 0382 – Sustentabilidade e Gestão Ambiental

São Carlos
2016

Universidade de São Paulo
EESC · USP
SHS
Departamento de Hidráulica e Saneamento
GREENenergy

ORGANIZADORES

Alunos da graduação:

Mayra Mitie Ishizuka

Paulo Sérgio da Silva Jr.

Docente da disciplina:

Prof. Dr. Tadeu Fabrício Malheiros

Alunos da pós graduação:

Tiago Balieiro Cetrulo

Rodrigo Moreira

sede
Avenida João Dagnone, nº 1100 Jardim Santa Angelina
São Carlos, SP, CEP: 13563-120

Contatos
(14) 99140 0773
(16) 99771 0679

E-mail
mayra.ishizuka@usp.br
paulossj00@gmail.com

GREEN energy

LISTA DE SIGLAS

AASHE - Associação para o Avanço da Sustentabilidade no Ensino Superior

CDS - Comissão de Desenvolvimento Sustentável

CEPAL - Comissão Econômica para América Latina e o Caribe

COESF - Coordenadoria de Espaço Físico da USP

CPFL - Companhia Paulista de Força e Luz

EESC - Escola de Engenharia de São Carlos

IES - Instituição de Ensino Superior

OCDE - Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico

ONU - Organização das Nações Unidas

PCASC II - Prefeitura do Campus Administrativo de São Carlos

PER - Pressão-Estado-Resposta

PURE - Programa Permanente Para o Uso Eficiente de Energia Elétrica

PUREFA – Programa de Uso Racional de Energia e Fontes Alternativas

STARS - Acompanhamento de Sustentabilidade, Avaliação e Classificação do Sistema

USP - Universidade de São Paulo

APRESENTAÇÃO

A preocupação com as questões socioambientais no âmbito das Instituições de Ensino Superior (IES) no Brasil não é um tema novo, particularmente o da sustentabilidade, em suas diferentes dimensões, no que se refere ao ensino, à pesquisa, à extensão, à gestão ambiental e à administração das universidades [1].

Este trabalho, cuja etapa inicial é a adoção de um modelo de indicadores de sustentabilidade mais adequado de acordo com a política ambiental da Universidade de São Paulo (USP), visa aspectos importantes a serem melhor considerados tanto pelos estudantes como toda a comunidade influenciada pela Universidade.

Definido o modelo, serão construídos indicadores ambientais específicos para uma das políticas temáticas da USP. Para este trabalho, a política temática determinada é a de energia. Em função do maior detalhamento e com base na aquisição de dados da Universidade, alguns indicadores que são viáveis no presente momento serão escolhidos. Porém, o grupo não descartou aqueles indicadores que não podem ser trabalhados agora, mas propôs requisitos necessários para que eles possam ser viabilizados num futuro próximo.

Considerando a importância da troca de ideias entre docentes e os entre os alunos em si, no processo deste trabalho, a equipe receberá o auxílio de oficinas de trabalho contando com outras equipes, agregando-se assim momentos importantes de discussão para a construção compartilhada da ficha de cada indicador e de contribuição para a inserção, exclusão e adaptação de indicadores.

Nesse sentido, espera-se debater questões como: a incorporação da sustentabilidade socioambiental na gestão e no planejamento territorial do campus universitário; a incorporação dos temas ambiente e sustentabilidade no currículo da graduação e pós-graduação (ambientalização curricular); Políticas públicas e institucionais para incorporação dos temas ambiente e sustentabilidade nas IES.

RESUMO EXECUTIVO

As questões socioambientais, colocadas em pauta a partir da Declaração de Kyoto, evidenciou a importância da atuação das universidades para se alcançar o desenvolvimento sustentável. Entretanto, o papel das IES neste processo não se limita às suas atividades de ensino, pesquisa e extensão, estando também fortemente relacionado às boas práticas no cotidiano da universidade. Nesse sentido, esse trabalho buscou selecionar e aplicar um modelo de indicadores de sustentabilidade para a Universidade de São Paulo, campus de São Carlos, com base nos objetivos de sua Política Ambiental, apontando e selecionando indicadores a serem analisados.

Para isso, o trabalho foi dividido em quatro etapas. Na Etapa I, cada grupo ficou responsável pelo levantamento e escolha de um modelo de indicadores a ser defendido na Oficina 1. Foram levantados diferentes modelos de indicadores por meio de revisão bibliográfica, que foram analisados de modo a verificar sua aplicabilidade à política ambiental da USP. Os modelos levantados nessa etapa foram o modelo Pressão-Estado-Resposta (PER), desenvolvido pela OCDE; os STARS (Acompanhamento de Sustentabilidade, Avaliação e Classificação do Sistema), da Associação para o Avanço da Sustentabilidade no Ensino Superior (AASHE); e o Green Metrics, que considera a aderência aos aspectos ambiental, econômico e social. O modelo PER, apesar de sua simplicidade e facilidade de aplicação, não foi escolhido por não estabelecer metas a serem alcançadas e por linearizar e simplificar a complexa dinâmica entre ação antrópica e ambiente, além da dificuldade em se medir os indicadores e por não ter sido especificamente criado para IES. Tanto o Green Metrics como os STARS foram criados para serem aplicados a IES e são aplicáveis à Política Ambiental da USP, contemplando diferentes áreas da sustentabilidade. Entretanto, o modelo STARS foi considerado mais adequado por sua maior abrangência e por permitir a medição do progresso da Instituição pela atribuição de pontos e estabelecimento de metas, além da comparação com outras universidades.

Esse resultado foi levado então para a Oficina de Trabalho 1, onde foram discutidos e comparados os modelos escolhidos pelos outros grupos (Green Metrics, STARS, ONU e PEIR – Pressão-Estado-Impacto-Resposta), atribuindo-se notas a cada um deles, considerando diferentes critérios. Os modelos escolhidos pela sala foram o STARS e o Green Metrics, sendo que cada grupo teve de escolher um desses dois modelos para aplicar à Política. O modelo escolhido para esse trabalho foi o modelo STARS.

Em seguida, os grupos que optaram pelo mesmo modelo se reuniram e propuseram, dentro do modelo escolhido, indicadores ambientais para as diferentes políticas ambientais temáticas da USP. Para o modelo STARS, foram definidos, para cada política, indicadores nas dimensões operacional, acadêmica, planejamento e administração e engajamento (tabela 03). Foram propostos também, por todos os grupos, índices para categorias específicas de IES, considerando os indicadores associados (tabela 04).

Na Etapa II, cada grupo ficou responsável por escolher uma das onze Política Ambientais Temáticas e desenvolver os indicadores com base no modelo escolhido e a forma de monitoramento e avaliação. Foi escolhida para esse trabalho a Política de Energia. Foram escolhidos e descritos diferentes indicadores específicos para a Política de Energia, levando em conta os objetivos definidos pela mesma (tabela 05). De todos os indicadores propostos, foram escolhidos para aprofundamento neste trabalho aqueles cujos dados estavam facilmente acessíveis possibilitando sua avaliação no prazo de realização deste trabalho. Para os demais indicadores, foram dadas diretrizes para sua aplicação futura (tabela 06). Os indicadores escolhidos para aprofundamento foram o consumo mensal de energia por área e o consumo mensal de energia por usuário.

Na Oficina de trabalho 02, foram reunidos os grupos que trabalharam com a mesma política temática. Das três equipes que trabalharam com a política de energia, apenas a do Green Energy adotou o modelo STARS, sendo que as demais adotaram o Green Metrics. As equipes realizaram uma triagem dos indicadores levantados, chegando a quatro indicadores aptos a serem trabalhados nas etapas subsequentes, sendo eles: o consumo de energia mensal por usuário e por área, já escolhidos anteriormente pela equipe do Green Energy; a presença de avisos e programas sobre o consumo energético racional, em porcentagem de prédios contemplados; e o orçamento da universidade destinado à sustentabilidade energética, comparado ao total, sendo que os dois últimos indicadores foram propostos pelas equipes que adotaram o Green Metrics. Assim, foi feita uma avaliação dos indicadores selecionados, com base em critérios pré-estabelecidos, onde cada membro do grupo deveria atribuir uma nota de 1 a 9 para cada critério, obtendo-se assim a nota média do indicador (tabelas 07 e 08). As definições para permanência, mudança e exclusão de indicadores, além das notas atribuídas aos indicadores, foram discutidas em plenária com os demais grupos ao final desta etapa.

Na etapa III, foi definida a lista final de indicadores com base nas discussões da plenária. O indicador *presença de avisos sobre o consumo energético racional*, apesar de sua média alta (7,4), não foi escolhido devido à falta de tempo hábil para sua aplicação.

O indicador *orçamento da Universidade destinado à sustentabilidade energética* não foi selecionado devido ao difícil acesso aos dados necessários. Assim, os indicadores finais escolhidos foram o *consumo de energia mensal por usuário* e *consumo de energia mensal por área*, por serem os mais viáveis de serem aplicados com o tempo hábil disponível.

Com base nos dados de área construída da USP São Carlos (2008), consumo energético (2013) e número de usuários (2015), foram construídos gráficos de tendência para esses indicadores. Considerando o consumo anual por área obtido de 66,77 kWh/m² e o consumo por usuário de 1217 kWh/usuário, foi feita uma comparação com valores obtidos por outras universidades (Oxford, Carnegie Mellon, Cornell, Osaka, Keio, Kyoto e Yale), concluindo-se que o consumo energético está bem abaixo da média, sendo que o consumo por área médio das universidades variou em 2013 entre 80 e 200 kWh/m² e o por usuário entre 6000 e 14000 kWh/usuário.

Na etapa IV foi feito um *feedback* da etapa I, sendo que os indicadores propostos etapa I foram revistos de modo que os indicadores finais da Política Ambiental da USP foram decididos entre todas as equipes que optaram pelo modelo STARS na Oficina de Trabalho 3. Concluiu-se que os indicadores propostos para a Política de Energia nesse trabalho serão capazes de beneficiar o sistema geral de indicadores da USP, devido à sua correlação com as diferentes áreas da Política Ambiental. Os indicadores finais selecionados, para todas as políticas, nas diferentes dimensões do modelo STARS (operacional, acadêmico, planejamento e engajamento) são mostrados na tabela 12.

SUMÁRIO

1. Introdução 5

2. Caracterização do objeto 5

3. Objetivos 7

3.1. Objetivos específicos 7

4. Metodologia 7

4.1. Indicadores ambientais 8

4.2. Modelos de indicadores de sustentabilidade 10

4.2.1. Pressão – Estado - Resposta (PER) 10

4.2.2. STARS 12

4.2.3. Green Metrics 14

4.3. Escolha do modelo mais adequado 16

5. Resultados 17

5.1. Oficina de trabalho 01 18

5.2. Indicadores ambientais 19

6. Políticas Temáticas da USP 25

7. A questão energética nas Universidades 25

8. Indicadores Ambientais para Energia 27

8.1. Indicadores desenvolvidos com base na Política de Energia da USP 28

9. Alterações feitas e justificativas 31

9.1. Diagnóstico da situação energética do campus 31

9.2. Indicadores não aplicados – Recomendações futuras 32

10. Oficina de trabalho 02 33

10.1. Oficina de Trabalho 02 - Avaliação dos Indicadores 33

11. Lista final de Indicadores 37

11.1. Indicadores aplicados ao estudo de caso 38

12. Avaliação dos indicadores selecionados 43

13. Oficina de Trabalho 03 47

14. Conclusões 49

15. Referências Bibliográficas 51

ETAPA I

1. Introdução

Os primeiros passos para incorporação de questões ambientais ocorreram por meio da perspectiva da produção de conhecimento voltado para a busca de soluções tecnológicas para o enfrentamento dos problemas ambientais. Ou seja, depois de ocorrida a degradação ambiental pensava-se numa medida corretiva ou de remediação. Atualmente, faz-se necessário educar para o desenvolvimento sustentável nas Instituições de Ensino Superior (IES), pois muitos dos problemas que acabam gerando maiores custos financeiros às Universidades, poderiam ser evitados quando se realizam mudanças no âmbito comportamental.

Desde a Declaração de Kyoto [2], colocou-se em pauta a necessidade de encorajar as universidades a rever suas próprias operações, de forma a refletir as melhores práticas de desenvolvimento sustentável. Desse modo, espera-se que as IES não apenas contribuam para o desenvolvimento sustentável por meio de suas atividades-fim (ensino-pesquisa-extensão), mas contribuam também, elas próprias, por meio da exemplificação de boas práticas no cotidiano.

A sociedade espera que a universidade lidere o caminho da incorporação da sustentabilidade, seja articulando ações ambientais na rotina administrativa ou pedagógica, seja promovendo a vivência de experiências interdisciplinares em espaços, por sua natureza, caracterizados pela pluralidade. Do ponto de vista pedagógico, não se consolida o processo de construção do conhecimento por aquilo que é somente transmitido.

Não há controvérsias com relação à importância da questão socioambiental e da educação ambiental, já que esses temas tem sido discutidos nos mais diversos lugares, setores e nos diversos níveis de cargo de trabalho. No entanto, segundo Sorrentino e Biasoli (2014) [3], tal tipo de temática nunca se degradou tanto como nos dias atuais. Os investimentos e a centralidade dessas questões nas políticas empresariais, governamentais, não governamentais, familiares e individuais ficam na retórica e não há materialização dessa tão discutida e necessária mudança cultural.

2. Caracterização do objeto

Ao se analisar a relação das IES com o desenvolvimento sustentável, emergem duas correntes:

• A primeira privilegia a questão educativa, à medida que se entende que a instituição, no processo de formação dos discentes, possa contribuir para que seus egressos sejam mais conscientes e sensíveis às questões ambientais, considerando-as em sua atuação profissional;

• A outra corrente é mais pragmática e defende que, por meio de uma boa gestão ambiental, a IES possa difundir exemplos práticos de gestão sustentável interna e externamente [5].

Todas as preocupações ambientais que têm ganhado importância nos últimos anos levaram a um crescente número de solicitações a institutos normativos para a criação de um padrão para gerenciar os impactos ambientais de uma organização. A Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) pertence à Universidade de São Paulo (USP) e possui cerca de 200 decentes e mais de 3.800 alunos cadastrados na graduação e na pós-graduação [4]. Apesar das iniciativas de sustentabilidade de forma ampla e integrada nas atividades de ensino, pesquisa, extensão e gestão/administração, há carência de um sistema de indicadores que auxilie no monitoramento e na avaliação da sustentabilidade nessa instituição, fato este que será o objeto estudo deste trabalho.

A validação dessa sustentabilidade será baseada nos princípios e objetivos da Política Ambiental da USP, criada pela Superintendência de Gestão Ambiental. A Política Ambiental é um conjunto de princípios, objetivos, diretrizes, instrumentos e gestão da USP Ambiental que inclui: as políticas ambientais temáticas, o plano de gestão ambiental da USP, os planos diretores ambientais e programas ambientais.

Além disso, a Política define sustentabilidade como:

> "propõe uma estratégia multidimensional de desenvolvimento, que tenta superar os reducionismos dos modelos de sociedades anteriores; ao incorporar uma visão de longo prazo sintonizada com os ciclos biofísicos e com o futuro; na defesa da manutenção do equilíbrio climático e da biodiversidade, na substituição do uso de energia e recursos não-renováveis por outros renováveis, na manutenção da qualidade ambiental e a recuperação de ecossistemas degradados, considerando a dimensão política dos problemas ambientais, a busca pela equidade social, onde a maioria dos cidadãos tenha acesso aos direitos sociais básicos que os

habilitem a participar, voluntária e conscientemente, individual e coletivamente da escolha dos rumos sociais."

Portanto, percebe-se que, para estabelecer sua estratégia de sustentabilidade, a Política da USP agrega o conceito de sustentabilidade socioambiental. Ou seja destaca principalmente a gestão ambiental integrada importante não só na busca pelo uso racional dos recursos naturais mas também na missão de ser exemplo à sociedade na aplicação da sustentabilidade.

3. Objetivos

Esse trabalho visa analisar modelos de indicadores socioambientais existentes e dessa forma propor um modelo de indicadores de sustentabilidade para a Universidade de São Paulo de acordo com sua Política Ambiental.

3.1. Objetivos específicos

- Apontar indicadores para uma das Políticas Temáticas da USP;
- Selecionar dentre os indicadores apontados anteriormente aqueles que podem ser descritos, avaliados e aplicados na escala da Universidade;
- Discutir a metodologia adotada para escolha dos indicadores com outros grupos que trabalham com a mesma Política Temática;
- Promover recomendações de indicadores que podem ser aprofundados para dar continuidade à pesquisa.

4. Metodologia

Diversas universidades no mundo têm realizado esforços para fomentar ações de sustentabilidade em seus campi, nesse sentido, como forma de diagnosticar a situação atual da universidade, acompanhar avanços ao longo do tempo, avaliar a eficácia de programas em sustentabilidade e reportar os resultados dessas iniciativas, torna-se fundamental a definição de critérios e indicadores, pois estes atuam como ferramentas para a avaliação da sustentabilidade.

4.1. Indicadores ambientais

O monitoramento das condições do meio ambiente, sistema natural que envolve um emaranhado de outros complexos sistemas, surgiu como desafio para os atores da sociedade civil e gestores públicos e privados no sentido de garantir as necessidades da geração atual sem comprometer a habilidade de que as futuras gerações possam prover as suas. Para se ter uma ideia ou visão da realidade em que se encontra um determinado sistema, uma das alternativas viáveis e práticas é a mensuração dos níveis de qualidade e quantidade dos seus componentes [5]. Para a implementação do conhecimento do nível de qualidade em que se encontra um dado ambiente natural, os indicadores mostram-se como ferramentas eficazes, no sentido de tornar os dados técnicos mais facilmente utilizáveis e assimiláveis.

Segundo Martins (2005) [6], vários autores definem Indicadores como,

> "[...] modos de representação (tanto quantitativa quanto qualitativa) de características e propriedades de uma dada realidade (processos, produtos, organizações, serviços...) que têm por finalidade a busca da otimização de tomada de decisão em relação: (a) à definição do objeto de ação (o que fazer), (b) ao estabelecimento de objetivos (para que fazer), (c) às opções metodológicas (como fazer), (d) à previsão de meios e recursos (com quem e com o que fazer) e (e) à organização da sistemática de avaliação (taxação de valor), tendo como parâmetro a transformação desejada daquela realidade no tempo"

Os indicadores ambientais começaram a ser utilizados durante a década de 70 e 80, como resultado de esforços de governos e organizações internacionais na elaboração e divulgação dos primeiros Relatórios sobre o Estado do Ambiente, [7]. Sendo o governo holandês o pioneiro na adoção de indicadores ambientais, em 1989, para avaliar os resultados da implementação do Plano de Política Ambiental Nacional. A busca por indicadores de sustentabilidade ambiental cresceu bastante durante a última década, particularmente em sua segunda metade, principalmente por parte de organismos governamentais, não-governamentais, institutos de pesquisa e universidades em todo o mundo. Muitas conferências já foram organizadas por entidades internacionais, bem como outras iniciativas de pesquisadores ligados a algumas instituições governamentais e/ou universitárias [8].

A utilização de indicadores tem por objetivo reunir e quantificar informações de um modo que sua importância se destaque, simplificando informações sobre fenômenos complexos tentando melhorar com isso o processo de comunicação. Os indicadores também têm sido utilizados como ferramenta padrão, auxiliando na compreensão das informações sobre fenômenos complexos, em diversos estudos nacionais e internacionais, pois permite verificar os impactos das ações humanas no ecossistema [8].

A construção de indicadores e índices que levem em conta a problemática ambiental está relacionada com as concepções mais atuais sobre qualidade de vida e bem-estar, que abrangem itens como a qualidade do ar e da água para consumo humano e a preservação das chamadas "amenidades ambientais", como as paisagens naturais. Por outro lado, pensando-se em termos de concepção e execução de políticas econômicas, torna-se cada vez mais importante e urgente ter-se o parâmetro da limitação dos estoques de recursos naturais que servem como insumos de produção, além de se contabilizarem e internalizarem os custos referentes à poluição causada pelas atividades produtivas.

Um dos maiores desafios dos indicadores é fornecer um retrato da situação de sustentabilidade, de uma maneira simples, apesar da incerteza e da complexidade. Segundo Dahl (1997) [9] ainda existe o fato da diferença dos países, a questão da diversidade cultural e os diferentes graus de desenvolvimentos.

O compromisso com a promoção da sustentabilidade ambiental impõe o conhecimento e o desenvolvimento de novos processos de apreensão da realidade, que permitam a percepção integrada dos diferentes fatores sociais, econômicos e ecológicos que determinam a qualidade ambiental. A condução dessa perspectiva exige, entre outros mecanismos, a definição de indicadores que relacionem as condições de sustentabilidade ambiental com os diferentes setores da produção social. Essa demanda consta objetivamente da Agenda 21, que determina que os países devam desenvolver sistemas de monitoramento e avaliação dos avanços, em relação ao desenvolvimento sustentável, através do uso de indicadores que meçam as mudanças nas dimensões econômica, social e ambiental. Atualmente, diversos países e entidades multilaterais como a Organização das Nações Unidas (ONU), através de suas organizações como a Comissão Econômica para América Latina e o Caribe (CEPAL) e a Comissão de Desenvolvimento Sustentável (CDS), além da Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), têm desenvolvido esforços no sentido de estabelecer indicadores ou propor metodologias para a escolha dos mesmos [10].

Neste texto, aborda-se o tema dos indicadores que relacionam aspectos econômicos, sociais e principalmente ambientais, abrangendo-se as questões que dizem respeito à construção desses indicadores e sua eficácia em propiciar uma maior compreensão sobre elementos relativos ao bem-estar e à qualidade de vida das populações, bem como à qualidade ambiental.

4.2. Modelos de indicadores de sustentabilidade

A sustentabilidade é algo que não pode ser obtido instantaneamente, ela é um processo de mudança, de aperfeiçoamento constante e de transformação estrutural que deve ter a participação da população como um todo, e a consideração de suas diferentes dimensões [11]. A construção de um modelo de desenvolvimento, sob novas bases econômicas e em harmonia com a capacidade de suporte dos sistemas naturais, faz com que os agentes responsáveis por sua concepção necessitem de um amplo levantamento de dados e informações representativas das diversas dimensões envolvidas nos processos produtivos, bem como da condução de investigações que possibilitem um melhor entendimento dos sistemas ambientais.

A primeira etapa do trabalho consistiu no levantamento de modelos de indicadores em potencial. Cada dupla fez o levantamento de diferentes modelos, analisando-os e identificando aquele julgado como o mais adequado à Política Ambiental da USP. O modelo escolhido por cada dupla será posteriormente exposto em uma oficina de trabalho, onde serão comparados os resultados das outras duplas de modo a serem escolhidos os dois modelos mais adequados.

Os modelos levantados previamente à oficina com os outros grupos são detalhados a seguir.

4.2.1. Pressão – Estado - Resposta (PER)

Inicialmente desenvolvido pela OCDE (1993) [12], este modelo considera que as atividades humanas exercem pressões no ambiente afetando a qualidade e a quantidade de recursos (estado), causando uma reação da sociedade através de políticas ambientais e econômicas, assim como mudanças de comportamento. Neste modelo, as pressões ambientais estão relacionadas às pressões que a atividade humana causa sobre o meio ambiente e os recursos naturais, podendo ser diretas ou indiretas. Neste caso, os indicadores estão ligados aos padrões de produção e consumo.

As condições ambientais, ou estado, se relacionam com a qualidade e quantidade de recursos naturais, refletindo portanto o quão próximo se está do objetivo que se quer alcançar,

uma vez que seus indicadores são criados de forma a dar uma visão geral do estado do ambiente ao longo do tempo.

As respostas da sociedade referem-se às ações individuais e coletivas que buscam mitigar, se adaptar ou prevenir danos ao ambiente, bem como reverter estes danos e conservar os recursos naturais. Indicadores neste caso se referem principalmente a medidas de diminuição e controle.

De acordo com a OCDE, o método PER apresenta a vantagem de evidenciar os elos entre a atividade humana e o ambiente e, ajudar os tomadores de decisão e o público a perceber a interdependência entre as questões ambientais e as outras (sem, todavia, esquecer que existem relações mais complexas nos ecossistemas e nas interações meio ambiente-sociedade). Nele, os indicadores são divididos em três categorias [13]:

- **Indicadores da pressão ambiental** – descrevem as pressões das atividades humanas sobre o ambiente, incluindo a quantidade e qualidade dos recursos naturais, Numa perspectiva política, as pressões sobre o meio ambiente constituem um ponto de partida para o questionamento das questões ambientais.
- **Indicadores das condições ambientais ou de estado** – São as condições ambientais relacionadas com a qualidade do meio ambiente e a qualidade e quantidade dos recursos naturais e como eles refletem o objetivo final das políticas ambientais. Na prática, a medição das condições ambientais podem ser muito difícil ou dispendiosa.
- **Indicadores das respostas sociais** – são medidas que mostram a resposta da sociedade às mudanças ambientais, podendo estar relacionadas à prevenção dos efeitos negativos da ação do homem sobre o ambiente, à paralisação ou reversão de danos causados ao meio, e à preservação e conservação da natureza e dos recursos naturais.

A Figura 01 permite visualizar como a estrutura conceitual PER pode articular-se com os temas da Política Ambiental da USP.

	Pressão	Estado	Resposta
Temas	**Indicadores de pressão ambiental**	**Indicadores de condição do ambiente**	**Indicadores de resposta da sociedade**
Resíduos Sólidos	Geração diária de restos orgânicos pelos restaurantes universitários	Excesso de geração de resíduos, causando saturação dos pontos de destinação final	Taxa de reciclagem dos resíduos orgânicos; Programas de incentivo de consumo consciente.
Água/Efluentes	Geração de águas residuárias provenientes dos alojamentos, laboratórios, restaurantes, etc.	Presença de substâncias tóxicas (metais pesados, e compostos orgânicos resistentes) na água residuária após ser tratada e antes de ser despejada em corpos hídricos	Aumento da taxa de tratamento de águas residuais; Melhoria da relação água residual drenada e recolhida / água residual tratada; Aumento da taxa de tratamento de águas residuais de origem industrial;

Figura 01 - Exemplo de aplicação de indicadores ambientais pelo modelo PER

4.2.2. STARS

É uma marca registrada da Associação para o Avanço da Sustentabilidade no Ensino Superior (AASHE). O Acompanhamento de Sustentabilidade, Avaliação e Classificação do Sistema (STARS) foi desenvolvido por e para o ensino superior, gerando relatórios para ajudar a medir o seu progresso na sustentabilidade. Ele é projetado para:

- Permitir comparações significativas ao longo do tempo e através de instituições que utilizam um conjunto comum de medidas desenvolvido com ampla participação da comunidade de sustentabilidade do campus.
- Facilitar a troca de informações sobre as mais elevadas práticas de sustentabilidade da educação e desempenho.

Nesse modelo, são atribuídos pontos em diferentes categorias, denominadas créditos, à instituição participante. Os créditos cobrem diferentes aspectos da sustentabilidade em instituições de ensino superior, e incluem indicadores para medir a performance da instituição em relação às dimensões acadêmica, compromisso, operações e planejamento e administração, de modo que cada crédito e seus respectivos indicadores se encaixa em uma dessas dimensões.

O número de pontos máximo que pode ser atribuído varia de crédito para crédito, levando em consideração não a dificuldade em obter o crédito, mas sim o impacto positivo resultante das ações tomadas para obtê-lo. O manual do modelo STARS aponta que atribuir pontos baseados na dificuldade em se obter um crédito seria um incentivo para que as instituições focassem em complexos projetos e iniciativas que podem não gerar um impacto positivo significativo. O modelo recomenda ainda que os indicadores sejam flexíveis e apropriados para a maioria das instituições, devido à diversidade das mesmas.

Para cada crédito é utilizada uma fórmula específica para calcular a pontuação com base no valor de seus indicadores. A pontuação total de uma instituição corresponde à porcentagem da pontuação aplicável a ela que recebe, ou seja, uma instituição que não possui um restaurante universitário por exemplo, não seria prejudicada por não receber pontos relativos à esse crédito. Dessa forma, uma instituição que obtenha por exemplo 30% dos pontos aplicáveis a ela, receberia 30 como pontuação total. Uma instituição que consiga a totalidade dos pontos aplicáveis teria 100 com pontuação total. Com base na pontuação total, o STARS atribui à instituição as classificações Bronze (de 25 a 45), Prata (de 45 a 65), Ouro (de 65 a 85) ou Platina (acima de 85).

A versão atual do STARS incorpora feedback, sugestões, e as lições aprendidas desde o lançamento do STARS 1,0 em janeiro de 2010. No entanto, a versão atual do STARS se destina a estimular, não terminar, a conversa sobre como medir e sustentabilidade no ensino superior [14] Alguns exemplos de indicadores propostos pelo modelo STARS para as categorias de cada dimensão são mostrados na tabela 01:

Tabela 01: Exemplos de indicadores para o modelo STARS.

Dimensões	Categorias	Exemplos de Indicadores
Acadêmica	Currículo	Cursos sobre sustentabilidade
		Cursos que incluem sustentabilidade
	Pesquisa	Departamentos que realizam pesquisas sobre sustentabilidade
Engajamento	Engajamento do campus	Porcentagem de alunos que recebem orientação quanto à sustentabilidade
	Engajamento do público	Número de estudantes engajados em atividades comunitárias
Operações	Ar e Clima	Emissão de gases do efeito estufa

		Qualidade do ar
	Edificações	Número de edifícios com certificação LEED
	Energia	Energia proveniente de fontes renováveis
		Energia proveniente da rede
	Alimentação	Insumos produzidos localmente
	Território	Biodiversidade
		Gestão da paisagem
	Compras	Gastos em produtos com certificação ambiental
	Transporte	Frota do campus
		Suporte para transporte sustentável
	Resíduos	Manejo de resíduos perigosos
		Redução pra geração de resíduos
	Água	Consumo de água
		Uso de água da chuva
Planejamento e Administração	Coordenação e planejamento	Planejamento de sustentabilidade
		Governança
	Diversidade e acessibilidade	Porcentagem de alunos ingressantes de baixa-renda elegíveis para receber auxílio
	Investimento	Investimento em sustentabilidade
	Bem-estar no trabalho	Programa de saúde e segurança no trabalho
		Remuneração dos empregados

4.2.3. Green Metrics

Os instrumentos desse modelo são basados nos três E's: Ambiental (Environment), Economia (Economy) e Equidade (Equity). Os critérios utilizados incluem informações geralmente consideradas relevantes pelas universidades no que tange a sustentabilidade, e são organizadas nas seguintes categorias: organização e infraestrutura, energia e mudanças

climáticas, resíduos, água, transporte e educação. Cada categoria apresenta uma série de indicadores a ela relacionados. Com base nos indicadores é atribuída uma pontuação para a instituição dentro de cada categoria, permitindo que os dados sejam processados estatisticamente. A nota final é computada a partir da categorização de cada critério em classes de informação, atribuindo pesos aos pontos acumulados [15]. Alguns exemplos de indicadores para cada critério propostos pelo modelo são mostrados na figura 02:

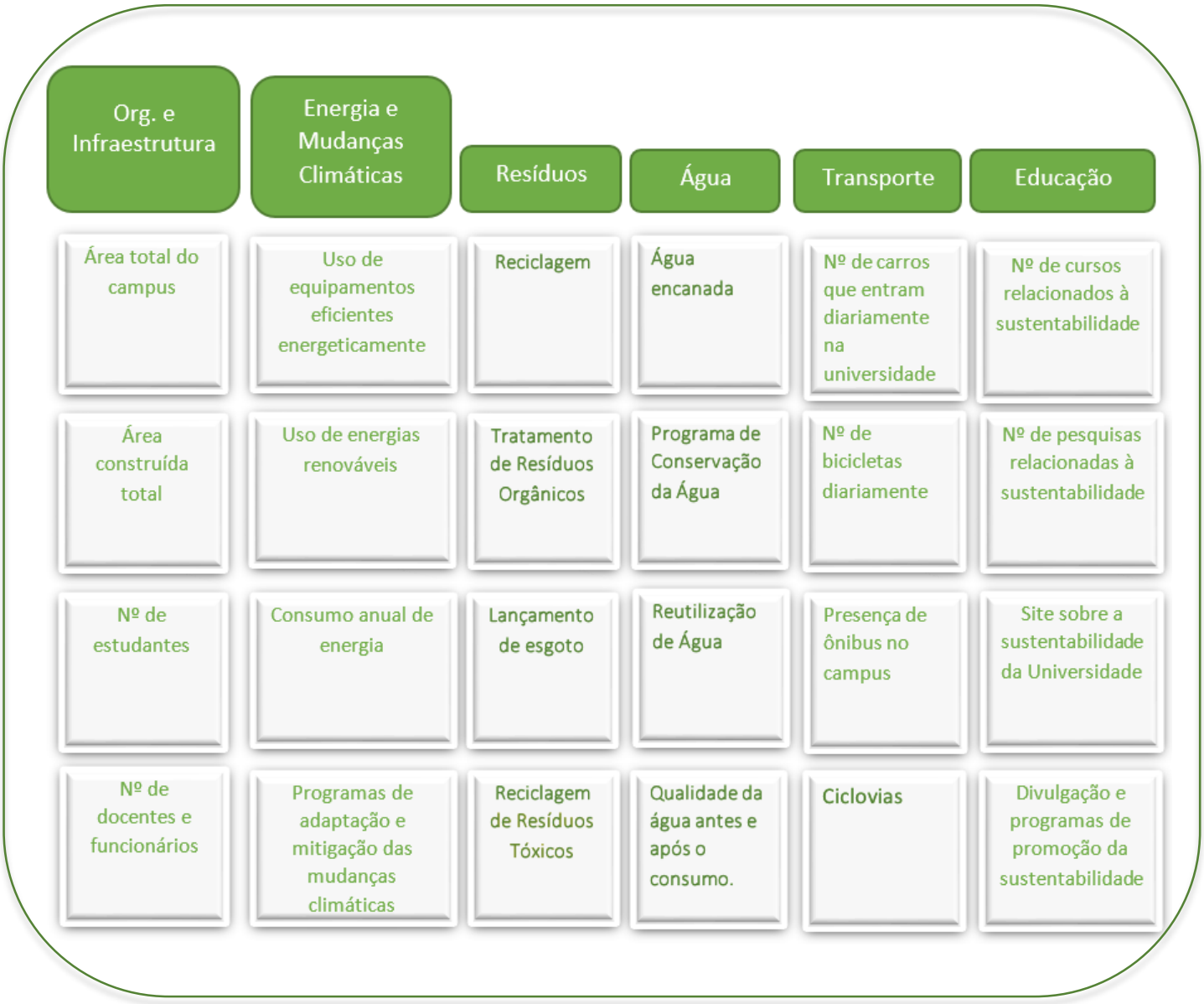


Figura 02 - Exemplos de indicadores para diferentes critérios do modelo Green Metrics

4.3. Escolha do modelo mais adequado

Para a escolha do modelo mais adequado, será comparada a aplicabilidade e uso dos modelos quanto ao seu formato e organização bem como quanto à sua relação aos objetivos da política.

Os objetivos da Política são apresentados no Artigo 7º, do capítulo 2 – Dos Princípios e Objetivos. São eles:

I – proteger a saúde e a qualidade do meio ambiente;

II - adotar padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços;

III – adotar, desenvolver e aprimorar tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais;

IV – promover a gestão ambiental integrada;

VI – promover a educação ambiental nas atividades da Universidade;

VII – implementar o sistema de gestão ambiental objeto desta Resolução;

VIII - desenvolver um sistema corporativo informatizado de gestão ambiental voltado para a melhoria ambiental dos *campi*.

IX - construir, implementar e avaliar a política ambiental da USP.

X – criar e implementar estruturas de governança para a gestão ambiental da Universidade.

O modelo PER apresenta certas vantagens, como a simplicidade e facilidade de sua aplicação, assim como poder evidenciar as relações de causa e efeito entre as atividades humanas e seu impacto sobre o meio ambiente, permitindo que os tomadores de decisão e o público percebam essa interdependência, proporcionando assim uma visão conjunta dos diferentes componentes de um problema ambiental. Dessa forma, o modelo propicia um mecanismo de retro-alimentação a partir da avaliação dos indicadores de resposta. No contexto da política ambiental da USP, isso facilita alcançar os objetivos definidos, uma vez que essa visão conjunta e a identificação das atividades causadoras de impactos são fundamentais para definir as áreas onde se devem adotar padrões mais sustentáveis, permitindo assim preservar a qualidade ambiental e promover uma gestão integrada. Entretanto, o modelo reduz as pressões sobre o ambiente àquelas causadas pela ação humana, além de não estabelecer metas a serem alcançadas e impor uma lógica linear à complexa dinâmica entre ação antrópica e ambiente.

Fora isso, também há a dificuldade em medir indicadores de estado isolados à universidade, além do modelo não ser especificamente criado para instituições de ensino superior.

Tanto o modelo STARS como o Green Metrics apresentam como vantagem serem modelos especificamente desenvolvidos para serem aplicados às IES, além de oferecerem comparabilidade com outras instituições e serem adaptáveis aos objetivos da Política. Os modelos permitem alcançar os objetivos das políticas pois contemplam diferentes áreas da sustentabilidade em instituições de ensino superior, desde infraestrutura, energia, resíduos, água, transporte e educação, permitindo promover a gestão integrada, a educação ambiental, monitorar e preservar a qualidade do meio ambiente, implementando assim a Política Ambiental. Ambos os modelos são aplicáveis à Política Ambiental da USP, entretanto o modelo STARS chama mais a atenção devido à sua maior abrangência, apresentando quatro grandes dimensões com diferentes créditos atribuídos a elas e um extenso número de indicadores. Uma vantagem ainda maior desse modelo é o fato de permitir medir o progresso da Instituição em relação ao alcance da sustentabilidade, sendo que uma pontuação total de 100 corresponde a uma instituição completamente sustentável. Essa medida de progressão e a existência de uma meta a ser atingida estimula a tomada de decisão e criação de medidas para alcançar esse patamar. Considerando esses fatores, o grupo escolheu o modelo STARS para ser defendido na oficina de trabalho 1.

Vale ressaltar que o modelo será adaptado à realidade do Campus de São Carlos da Universidade de São Paulo, objeto de estudo deste trabalho, de modo que serão analisados os indicadores do modelo mais aplicáveis, podendo inclusive serem criados novos indicadores. Além disso, o objetivo da aplicação desse modelo não é necessariamente receber a certificação STARS, mas servir como meio de avaliação interna da sustentabilidade da Universidade, visando seu aperfeiçoamento.

5. Resultados

Após o levantamento e escolha de um modelo, foi organizada a oficina de trabalho 01 com os demais grupos. Na primeira etapa da oficina, cada conjunto de grupos com o mesmo modelo atribuiu notas para seus respectivos modelos e defenderam sua escolha perante os outros grupos. Em seguida, escolhidos os dois modelos com as maiores notas, cada grupo optou por trabalhar com um desses modelos. Os grupos que optaram pelo mesmo modelo se reuniram

então e definiram indicadores gerais para a Política Ambiental da USP com base no modelo escolhido.

5.1. Oficina de trabalho 01

Na primeira oficina foram discutidas entre todos os representantes de cada modelo as notas para cada critério com o objetivo de definir qual modelo era mais adequado, comparando-se os quatro deles. Foram formados grandes grupos com todas as duplas que haviam escolhido o mesmo modelo. Em grupo, as notas foram atribuídas ao modelo escolhido em diferentes categorias, incluindo comparabilidade, adaptabilidade, baixa complexidade, recursos necessários, abrangência social, adesão, facilidade de acesso aos dados, especificidade, dimensões contempladas, aplicação aos objetivos das políticas e número de indicadores. Cada integrante dos grupos atribuiu uma nota para cada categoria, e a nota total da categoria foi calculada pela média das notas atribuídas por cada integrante. A nota final do modelo foi obtida pelo cálculo da média das notas de todas as categorias, como mostra a tabela 02.

Tabela 02 – Notas adquiridas por modelo

Critérios	Green Metrics	STARS	ONU	PEIR
Comparabilidade	9,5	9	5,5	8
Baixa Complexidade	7	9	7,5	9
Utilização de Recursos	8	5	8	8,5
Abrangência Social	7	7	10	7
Adesão	9,5	10	5	5
Acessibilidade aos dados	8	9	5	8
Especificidade	8	9	5	8
Dimensões	10	10	3	3
Objetivos das Políticas	9	9	9,5	6,5
Nº de Indicadores	8,5	9,5	8	7
Incentivo à melhoria	10	10	8	8
Média	8,73	8,86	6,95	7,09

Os dois modelos a serem trabalhados foram definidos como aqueles que obtiveram as maiores notas, sendo esses o modelo Green Metrics e o STARS. As duplas tiveram a opção de escolher qual dos dois modelos seria aplicado.

Apesar da similaridade entre as notas obtidas pelo modelo Green Metrics e o STARS, optou-se por escolher o segundo já que havia sido escolhido previamente, como mostra o item 4.3.

5.2. Indicadores ambientais

A seguir será proposto um conjunto de indicadores que podem ser utilizados para monitorar a Política Ambiental da USP. Tais indicadores foram discutidos entre os grupos que adotaram o modelo STARS.

Tabela 03 – Indicadores ambientais para o modelo STARS

Modelo: STARS		
TEMÁTICA	DIMENSÕES	INDICADORES
Política de Água e Efluentes	Operacional	Consumo de água (m³/ano.pessoa)
		Volume coletado e tratado/ano (m³/ano)
		Volume de água da chuva utilizado (m³/ano)
	Acadêmico	Relação entre número de extensões relacionadas a política por número de extensões total (uni anual)
		Relação entre número de pesquisas relacionadas a política por número de pesquisas no total (uni anual)
	Planejamento e administração	Economia por substituição ou aquisição de tecnologias que otimizem a utilização de água (R$/ano)
		Quantia total no investimento da política pela total do orçamento da universidade (% anual)
	Engajamento	Economia por engajamento e educação (R$/ano) = Diferença no consumo de água entre os anos (R$/ano) - Economia por tecnologia (R$/ano)
Política de Energia	Operacional	Consumo de energia (kWh/ano.pessoa)
		Energia renovável produzido na universidade/ Consumo total de energia (kWh/ano)
	Acadêmico	Relação entre número de extensões relacionadas a política por número de extensões total (uni anual)
		Relação entre número de pesquisas relacionadas a política por número de pesquisas no total (uni anual)
	Planejamento e administração	Economia por substituição ou aquisição de tecnologias que otimizem a utilização de água (R$/ano)
		Quantia total no investimento da política pela total do orçamento da universidade (% anual)

	Engajamento	Economia por engajamento e educação (R$/ano) = Diferença no consumo de energia entre os anos (R$/ano) - Economia por tecnologia e produção de energia renovável (R$/ano)
Política de Áreas Verdes	Operacional	Área de cobertura vegetal/ Área total (% anual)
		Área de reservas ecológica/Área total (% anual)
		Índice de conectividade das áreas verdes
	Acadêmico	Relação entre número de extensões relacionadas a política por número de extensões total (unid anual)
		Relação entre número de pesquisas relacionadas a política por número de pesquisas no total (unid anual)
	Planejamento e administração	Quantia total no investimento da política pela total do orçamento da universidade (% anual)
	Engajamento	Número de estudantes, funcionários e docentes envolvidos no processo de recuperação de áreas degradadas (unid anual)
		Número de mudas ou plantas inseridas na universidade através de atividades acadêmicas de estudantes, funcionários e docentes (unid anual)
Política de Edificações	Operacional	Índice de boas práticas em construções, reformas, restauros e ampliações
		Índice de sustentabilidade das edificações
	Acadêmico	Relação entre número de extensões relacionadas a política por número de extensões total (unid anual)
		Relação entre número de pesquisas relacionadas a política por número de pesquisas no total (unid anual)
		Existência de disciplinas relacionada a política em cursos que abrangem a temática (Ex.: Arquitetura, Eng. Civil) (unid anual)
	Planejamento e administração	Investimentos em construções, reformas, restauros e ampliações para construir e aprimorar edificações mais sustentáveis (R$/ano)
	Engajamento	Índice de participação na sustentabilidade das edificações
Política de Emissões	Operacional	Redução das emissões de GEE (Gases do Efeito Estufa) e GP (Gases Poluentes) na universidade (% anual)
		Porcentagem de bens e serviços adquiridos pela USP considerando o aspecto ambiental através de análise de impacto ambiental (% anual)
		Consumo de combustível da frota da universidade (L anual)
	Acadêmico	Relação entre número de extensões relacionadas a política por número de extensões total (unid anual)

	Planejamento e administração	Quantia total no investimento da política pela total do orçamento da universidade (% anual)
Política de Mobilidade	Operacional	Relação de Extensão ciclovia/rodovia (% anual)
		Número de bicicletas comportadas pela área de estacionamento em relação a quantidade de bicicletas estacionadas(área/número)
		Disponibilidade de transporte oferecido pela universidade em relação a demanda (% anual)
	Acadêmico	Relação entre número de extensões relacionadas a política por número de extensões total (unid anual)
		Relação entre número de pesquisas relacionadas a política por número de pesquisas no total (unid anual)
		Existência de disciplinas relacionada a política em cursos que abrangem a temática (Ex.: Arquitetura, Eng. Civil, Eng. transporte)
	Planejamento e administração	Quantia total no investimento da política pela total do orçamento da universidade (% anual)
	Engajamento	Número de pessoas que se locomovem de carona, bicicleta, a pé, transporte público por considerar o aspecto ambiental/ número de pessoas total que se locomovem de carona, bicicleta, a pé ou transporte público (%/ano)
		Pessoas que se locomovem até universidade de carona, transporte público, bicicleta ou a pé/pessoas que vão de carro
Política de Resíduos Sólidos	Operacional	Peso de resíduo gerados por tipo de resíduo (ton/ano)
		Peso de resíduo gerados por método de destinação e disposição (ton/ano)
		Números de lixeira seletiva/ área de influência (unid/km².ano)
	Acadêmico	Relação entre número de extensões relacionadas a política por número de extensões total (unid anual)
		Relação entre número de pesquisas relacionadas a política por número de pesquisas no total (unid anual)
	Planejamento	Quantia total no investimento da política pela total do orçamento da universidade (% anual)
	Engajamento	Número de pessoas envolvidos em ações propostas pela política
Política de Administração	Operacional	Quantidade de verba disponibilizada por política temática

		Criação de programas/campanhas relacionadas as políticas temáticas em relação ao total de programas/campanhas
Política de Gestão de fauna	Acadêmico	Relação entre número de extensões relacionadas a política por número de extensões total (unid anual)
		Relação entre número de pesquisas relacionadas a política por número de pesquisas no total (unid anual)
Política de Uso e Ocupação	Operacional	Índice de uso e ocupação
	Acadêmico	Relação entre número de extensões relacionadas a política por número de extensões total (unid anual)
		Relação entre número de pesquisas relacionadas a política por número de pesquisas no total (unid anual)
Política de Educação Ambiental	Operacional	Índice de educação ambiental
		Diversidade de áreas do conhecimento envolvidas em projetos de educação ambiental (unid anual)
	Acadêmico	Relação entre número de extensões relacionadas a política por número de extensões total (unid anual)
		Relação entre número de pesquisas relacionadas a política por número de pesquisas no total (unid anual)
		Existência de disciplinas relacionada a política em cursos que abrangem a temática (Ex.: Arquitetura, Eng. Civil, Eng. transporte ..)
	Planejamento	Quantia total no investimento da política pela total do orçamento da universidade (% anual)

Além disso todos os grupos propuseram uma série de índices para categorias que consideraram relevantes para o caso de universidades, como mostra a tabela 04:

Tabela 04 – Índices e grupos de indicadores envolvidos

Índices	Grupo de Indicadores Envolvidos
Índice de boas práticas em construções, reformas, restauros e ampliações	- Porcentagem de redução na geração de resíduos gerados nas construções, reformas, restauros e ampliações (% anual)
	- Materiais reciclados utilizados nas construções, reformas, restauros e ampliações/ total de materiais utilizados (% anual)

	- Número de obras com planos de gerenciamento (de utilização de materiais e recursos e destinação adequadas dos resíduos) e treinamentos dos funcionários envolvidos/ número de obras realizadas (% anual)
Índice de sustentabilidade das edificações	- Porcentagem de reuso da água (% anual)
	- Número de edifícios com lixeiras seletivas e áreas com técnicas de tratamento ambientalmente adequada de resíduos/ número de edifícios (% anual)
	- Número de edifícios com bicicletário/ número de edifícios (% anual)
	- Número de edifícios com dispositivos para geração de energia renovável/número de edifícios (% anual)
	- Índice de conforto térmico
	- Número de edifícios com dispositivos e construções que possibilitem a acessibilidade de deficientes físicos/ número de edifícios (% anual)
	- Número de edifícios que possuem captação da água da chuva/ número de edifícios (% anual)
Índice de participação na sustentabilidade das edificações	- Com que frequência as pessoas responderam que praticam ações que ajudem na sustentabilidade das edificações (% pessoas)
	- Com que frequência as pessoas responderam que incentivam outras pessoas na prática de ações que ajudem na sustentabilidade das edificações (% pessoas)
	- Com que frequência as pessoas responderam que contribuem com a manutenção da sustentabilidade nas edificações (% pessoas)
Índice de conforto térmico	-Temperatura
	-Luminosidade
Índice de Uso Ocupação	-Áreas de edificações
	-Áreas esportivas
	-Áreas verdes e de reserva ecológica
	-Áreas de estacionamento

ETAPA II

6. Políticas Temáticas da USP

Na etapa II, cada grupo ficou responsável por escolher uma das onze Políticas Ambientais Temáticas e desenvolver dois itens do sistema de gestão do Plano Diretor Ambiental, especificamente para a Política Temática escolhida. Da seção II – Do Conteúdo dos Planos Diretores Ambientais – Artigo 14: Os Planos Diretores Ambientais dos *campi* tem o seguinte conteúdo mínimo:

[...]

V- Sistema de gestão do Plano Diretor Ambiental:

a) Estrutura de gestão e governança;

b) Indicadores locais e procedimentos para acompanhamento;

c) Formas de monitoramento e avaliação.

Serão realizados nessa etapa os itens b) e c).

A Política Temática escolhida foi a de Energia, a qual, em seu Artigo 1º, dispõe sobre: "Esta Política dispõe sobre os princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à energia em todas as suas formas e cadeias energéticas; às responsabilidades dos gestores de energia perante os recursos e insumos energéticos e aos instrumentos administrativos e financeiros aplicáveis."

Com base nessa Política, procurou-se observar principalmente os aspectos: produção, o transporte e o armazenamento; a transformação e o uso; as emissões provocadas por seu uso e o descarte final de resíduos.

Este trabalho utilizará indicadores de energia para caracterizar unidades consumidoras/produtoras da Escola de Engenharia de São Carlos pelo comportamento no uso da eletricidade.

7. A questão energética nas Universidades

O setor energético caracteriza-se como um segmento estratégico e impulsor ao processo de desenvolvimento, uma vez que possibilita a promoção de várias necessidades básicas da população.

Para se realizar a avaliação dos impactos de qualquer empreendimento sobre um ambiente faz-se necessário conhecer suficientemente tanto a ação impactante como o meio que a receberá. Isso implica em obter dados, elaborá-los, proceder as análises e saber interpretar os

resultados. Segundo Müller (1995) [16] os componentes ou fatores considerados em uma análise de impactos de unidades geradoras de energia elétrica são classificados em fixos, que em larga escala não podem ser modificados pela ação antrópica. Os fatores variáveis, pelo contrário, referem-se às ações do homem e sofrem alterações segundo as decisões humanas reagindo às pressões causadas por elas. Dentre os fatores principais destacam-se: tipo de empreendimento, escala, localização, tipo de operação, época em que se processarão as ações impactantes e a intensidade das reações do meio às intervenções, afetando (custo) os padrões ambientais (maior ou menor qualidade) como resultado do empreendimento (benefício).

A Universidade de São Paulo conta com o PURE, Programa Permanente Para o Uso Eficiente de Energia Elétrica na USP criado em 1997, para a implementação de programas que visam incentivar e promover a gestão do uso da energia elétrica em todas as instalações da Universidade, bem como conscientizar a comunidade universitária acerca da importância da eficiência energética e do uso sustentável e racional dos recursos naturais.

O programa surgiu como medida emergencial para sobrevir ao racionamento, pois à USP foi atribuída uma meta de redução do consumo de 20%. Está vinculado à Coordenadoria de Espaço Físico da USP – COESF – e propõe ações de monitoramento, gerenciamento de faturas, treinamento e divulgação de informações, bem como especificações técnicas para compra de materiais elétricos na USP.

Foi criada uma metodologia de gestão de energia da USP, que opera com três frentes: gestão administrativa, técnica e educacional. Sob a coordenação do PUREUSP, foi lançado em 2007 o PUREFA – Programa de Uso Racional de Energia e Fontes Alternativas, o qual executou um projeto de infraestrutura e eficiência energética. O projeto contemplou "ações de aquecimento de água por meio de aquecedores solares, uso do gás, troca de sistemas de iluminação, treinamento de manutenção em aparelhos de ar condicionado, definição de normas e padrões de instalação e de edificações, geração de energia solar fotovoltaica e a partir de biogás".

Visando tornar os sistemas prediais e as instalações elétricas da universidade mais eficientes, o PUREUSP destina uma verba anual para a implementação de projetos de reforma de instalações das unidades, tais como trocas de lâmpadas, reatores, e luminárias, trocas de equipamentos de ar condicionado e de fontes de energia para aquecimento de água, dentre outros

Apesar da existência do PUREFA, a USP apresentou um aumento no consumo de energia elétrica no decorrer dos últimos anos, provando-se que será difícil atingir as metas

estipuladas sem um maior controle do consumo e dos desperdícios e sem a sensibilização e o engajamento de toda a comunidade universitária, atuando em prol da eficiência energética.

8. Indicadores Ambientais para Energia

A discussão sobre as relações entre energia elétrica e desenvolvimento socioeconômico vem sendo promovida por vários organismos nacionais e internacionais. Nesta perspectiva, verifica-se que a formulação de políticas públicas para o setor elétrico como uma das bases impulsoras do desenvolvimento socioeconômico depende da construção de indicadores baseados em dados empíricos e objetivos.

Os indicadores podem atribuir ordens de grandeza ao estado de sustentabilidade do setor elétrico a partir de cada setor da economia, de forma a orientar o processo decisório. Os setores da economia apresentam diferentes demandas de eletricidade, potencial de geração de empregos, valores agregados, necessidades de investimentos, níveis de eficiência, entre outros elementos que atuam diante de características especificas. Neste sentido, é possível compreender, por meio de indicadores, como o cenário de crescimento dos investimentos no setor de energia elétrica poderia ser considerado um fator determinante para o desenvolvimento socioeconômico paraense. O setor elétrico do Pará será revisto a partir de uma abordagem que envolva dimensões econômicas, sociais, ambientais e políticas por meio dos setores da economia do Estado e que possua a capacidade de mensurar relações de sustentabilidade, de modo a fornecer referências ao processo de tomada de decisão.

De acordo com Reis, Fadigas e Carvalho (2005) [17], os indicadores energéticos podem ser classificados como descritivos e estruturais. Os descritivos demonstram a utilização da energia e suas modificações por setor e, em um nível mais preciso, por meio de subsetores de atividade. Já os estruturais, demonstram de que maneira as atividades ou produtos se relacionam com a utilização do insumo energético.

Para que se possa começar a desenvolver o processo de construção dos indicadores de sustentabilidade energética se faz necessário relacionar a lista de variáveis e componentes observados que identificaram correlações lineares, de acordo com a natureza de suas dimensões: econômicas, sociais, ambientais e políticas. No entanto, na maior parte dos modelos de construção de índices e indicadores de sustentabilidade energética, vários autores [18] destacam que ainda não foi considerada uma representação da evolução energética que

possibilitasse uma avaliação, de modo quantitativo e qualitativo, dos resultados de estratégias e políticas direcionadas ao setor elétrico.

Os indicadores de consumo ou indicadores energéticos são os resultados dos cruzamento de informações físicas ou administrativas, com as grandezas elétricas medidas/registradas ou custos/gastos da energia de determinado país, região, ramo de atividade, unidade ou usos finais [19].

8.1. Indicadores desenvolvidos com base na Política de Energia da USP

A tabela 05 a seguir contém os indicadores e sua respectiva análise. Nessa análise, procurou-se descrever sucintamente o indicador, as formas de monitoramento, os critérios necessários para avaliá-lo. Por fim, a última coluna destaca a razão do indicador ter sido escolhido, ou seja, sua relação com os objetivos da Política de Energia.

.

Tabela 05 – Indicadores específicos para Política de Energia

Indicadores globais					
Indicadores	**Dimensão**	**Descrição**	**Monitoramento**	**Critérios de Avaliação**	**Relação com a Política de energia**
Fator de Carga [19]	Operacional	Mostra como a energia elétrica é utilizada em uma determinada instalação no que diz respeito à demanda de potência. Ajuda avaliar se o custo unitário de energia consumida está maior ou menor.	Faturas de energia ou medições paralelas	-Valor máximo da demanda de potência em um intervalo de tempo; -Valor médio da demanda de potência no mesmo intervalo de tempo; -energia consumida no mesmo intervalo.	Artigo 7º - Na gestão e gerenciamento de consumo de energéticos deverá ser observada a conservação, redução, uso racional e eficiente do consumo de energia em suas instalações.
Uso da energia por horários de utilização [19]	Operacional	Leva em consideração a sazonalidade de consumo, destacando a parcela de consumo em horários de baixa atividade, em comparação com os de maior atividade.	Faturas de energia ou informações de potência ao longo do dia.	-Energia no período reservado (kWh); -Energia total da instalação (kWh).	Artigo 6º II – a racionalização e eficientização de instalações e equipamentos.

Energia Limpa e renovável (1)	Operacional	Avalia a relação entre o consumo de energia convencional e o consumo de energia limpa/renovável, considerando não apenas a produção local mas também a energia limpa proveniente de fontes externas (projetos). O indicador também valoriza o uso de produtos renováveis certificados.	-Faturas energia; -potência dos aparelhos de geração de energia renovável (painéis fotovoltaicos, aquecedores solares);	-Total de consumo de energia por todas as fontes (exceto combustíveis de transportes) por ano; -Total de geração de energia limpa/renovável gerada localmente por ano; energia não elétrica renovável gerada localmente; total de energia limpa e renovável gerada fora da universidade mas que ela utiliza ou acumula para si; produtos relacionados à energia renovável ou que tenham certificado verde.	Artigo 6º IV – a adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços; X – o incentivo a ampliação gradativa de fonte de geração de energia renovável distribuída na Matriz Energética da USP e XIII - o estímulo à rotulagem ambiental e ao consumo ambientalmente correto. Artigo 8º VI - o desenvolvimento de ações voltadas à realização de contratações de bens e serviços pautadas por critérios de eficiência energética, com reduzidos impactos ambientais
Uso de equipamentos econômicos energeticamente (2)	Operacional	Avalia a substituição de equipamentos convencionais que são pouco eficientes e apresentam alto gasto energético por equipamentos mais eficientes e econômicos	Verificação da potência consumida pelos aparelhos utilizados e a existência de modelos que consomem menos	Relação entre equipamentos mais eficientes e total de equipamentos	Artigo 6º IX (b) - Prioridade nas aquisições e contratações universitárias para produtos comprovadamente eficientes energeticamente
Indicadores específicos					
Indicador por usuário de energia [19]	Operacional	Divide-se o consumo de um determinado período pelo número de usuários da unidade	Faturas de energia e nº de usuários por setor, departamento, cargo e outros.	-Nº de docentes/alunos no regime de trabalho; -Energia consumida no intervalo de tempo; -Nº de horas de regime de trabalho.	

Consumo de energia por prédio (3)	Operacional	Pode ser utilizado para comparação de instalações que tenham atividades semelhantes, assim pode-se verificar a eficiência de uso e potenciais de economia	-soma do consumo de energia por aparelho (lâmpadas, elevador, aparelhos eletrônicos, ar condicionado, entre outros) - Faturas de energia	-Total de consumo de energia do prédio avaliado, por todas as fontes, em um intervalo de tempo; -área útil (m²) ; - período avaliado.	Artigo 6º II – a racionalização e eficientização de instalações e equipamentos; e V – a gestão integrada de energia;
Indicadores financeiros	Operacional/Planejamento e Administração	Economia anual proveniente da substituição de energias convencionais por tecnologias de energias renováveis. Deve-se comparar a soma de custos mensais utilizando-se a energia convencional com a soma de custos mensais utilizando-se energias renováveis.	-faturas de energia e - pesquisas de campo para se observar como os usuários manejam o uso de energia	-Consumo mensal de energia convencional (kWh); - Preços da concessionária para custos mensais (R$/kWh); -Valores de eficiência energética dos aparelhos que utilizam energia renovável (%)	Artigo 8º VIII - a previsão de procedimentos administrativos que disciplinem a utilização de energéticos da USP pelas permissionárias (pessoas físicas ou jurídicas), nos termos do que preceitua o artigo 4º desta Resolução, no que couber;
Nº de pesquisas relacionadas à energia por nº de pesquisas sobre outros assuntos (4)	Acadêmico	A Universidade está constantemente produzindo trabalhos e pesquisas por meio de seus estudantes da graduação, pós - graduação e docentes. Este indicador compara o número de tais pesquisas que são voltadas para estimular o uso de energias mais limpas em relação ao montante total de pesquisas em um determinado período de tempo.	-Site Sibi USP	-Nº total de teses/dissertações criadas em um ano -Nº de teses/dissertações sobre a temática de produção e consumo de energia	Artigo 6º VI – a promoção da educação ambiental nas atividades de ensino, pesquisa, extensão e gestão, para a comunidade da USP, visando a formação de uma consciência pública sobre a necessidade de conservação e o uso racional e eficiente de energéticos e XI – o estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida dos produtos e processos

Fontes: (1) – Indicador que faz parte do Modelo STARS [14] e já fora sugerido na etapa I; (2) – Indicador sugerido no modelo Green Metrics [15]; (3)- Indicador que faz parte do Modelo STARS [14]; (4) – Indicador que já fora sugerido na etapa I.

9. Alterações feitas e justificativas

Os indicadores de energia propostos anteriormente, apesar de sua significância para o conhecimento da eficiência energética da Universidade, não são cabíveis de serem avaliados e monitorados a tempo para o prazo de realização deste trabalho. Sendo assim, foi necessária realizar uma triagem dos mesmos e escolher apenas aqueles cujos dados são acessíveis no presente momento para o estudo de caso em questão.

Primeiramente, utilizando-se das informações de Maia (2014) [20] sobre o campus de São Carlos, será feito um diagnóstico da energia consumida. Depois, serão dadas diretrizes e recomendações para se fazer uso dos indicadores não escolhidos num futuro próximo. A partir da escolha dos indicadores adequados para o estudo de caso, os mesmos serão o enfoque do trabalho, tanto na sua avaliação quanto na aplicação nas etapas posteriores.

9.1. Diagnóstico da situação energética do campus

O campus Universitário da USP na cidade de São Carlos é subdividido em duas áreas, denominadas área 1 e área 2. O campus oferece diferentes serviços aos estudantes, professores, funcionários e comunidade, que requerem significativa demanda de energia. Os serviços oferecidos diferem entre as duas áreas do campus:

Área I: Prefeitura do campus, prédios de salas de aula, centro de esportes, centro cultural, observatório, alojamentos, centro médico, bibliotecas, laboratórios, restaurante universitário, lanchonetes e sistema de transporte.

Área II: Prédios de salas de aula, laboratórios, biblioteca, restaurante universitário, lanchonete e sistema de transporte.

A energia elétrica demandada pelo campus é suprida 100% por companhias externas de geração de energia. Sendo a empresa Companhia Paulista de Força e Luz - CPFL responsável pelo fornecimento elétrico das áreas I e II. A empresa atua como concessionária do serviço público de geração de energia elétrica e gera energia majoritariamente através de centrais hidrelétricas.

O controle do consumo energético do campus é limitado segundo as cabines de energia elétrica: cinco cabines localizadas na área I (Prefeitura Área Norte, Prefeitura Área Sul, Instituto de Física I, Instituto de Física II e Portaria) e duas cabines localizadas na área II (Prefeitura do Campus Administrativo de São Carlos - PCASC II) [20].

Não existe controle do consumo energético por serviço oferecido, mas pode se estimar que a maior parte do consumo é direcionada à iluminação, à refrigeração de ambientes e ao funcionamento de equipamentos laboratoriais.

Com relação aos dados referentes ao consumo do ano de 2013, registrados pelo controle de energia da Universidade e fornecidos pelo Engenheiro Elio Trapani, responsável pela manutenção do campus, o consumo total do campus foi de 11.600 MWh.

9.2. Indicadores não aplicados – Recomendações futuras

A seguir são propostas recomendações para se fazer uso futuro dos 6 indicadores não aplicáveis ao caso de estudo.

Tabela 06 – Recomendações para uso futuro dos indicadores não aplicáveis

Fator de Carga
- Considerar dois períodos distintos: letivo e de férias, já que há uma grande diferença no uso das instalações, sobretudo no uso da energia elétrica. Ou seja, exige uma análise mais detalhada dos períodos em verificação, requerendo, em alguns casos, uma quantidade maior de períodos para caracterização, com relação à sazonalidade. - Juntamente com o cálculo mensal do fator em um período analisado, pode-se calcular o desvio-padrão. Segundo pesquisa realizada por Morales [19] na Universidade de São Paulo, os menores valores para fator de carga e os maiores desvios estão nas unidade de especialidade de ciências exatas.
Uso da energia por horários de utilização
Necessário fazer uso do Índice Percentual de Consumo (PCR), que caracteriza a unidade por seu consumo em um período desejado. No caso, recomenda-se utilizar o indicador PCR nos horários entre as 20h – 6h (maior consumo) e das 00h – 6h (menor consumo). Com base na identificação do horário de maior consumo, as ações dos gestores deverão ser voltadas para mudanças de comportamento no uso da energia elétrica e assim, reduzir o consumo nesse determinado período.
Energia Limpa e renovável
Análise do consumo energético de edificações com uso de energias limpas, renováveis ou mais sustentáveis (painéis solares, iluminação natural, etc) em relação a edificações com uso da energia convencional. Para que se faça tal comparação é preciso que a necessidade de energia dessas edificações seja semelhante, para que se note a diferença de consumo.
Uso de equipamentos econômicos energeticamente
Pode-se avaliar em diferentes escalas: um prédio, conjunto de prédios ou mesmo uma sala. Para isso, analisar os equipamentos com certificados verde, selo Procel, lâmpadas LED, etc. Comparar a fatura energética com uma sala cujos equipamentos e instalações ainda são convencionais, sem certificações.
Indicadores financeiros
- Esse indicador necessita dos dados provenientes dos indicadores de energia limpa e sustentável/uso de equipamentos econômicos energeticamente, pois realiza-se uma comparação com os custos do uso da energia convencional.

- Desconsiderar a parcela pelo uso dos sistemas de transmissão e distribuição e a as informações de penalidades por ultrapassagens e atrasos nos pagamentos.
Nº de pesquisas relacionadas à energia por nº de pesquisas sobre outros assuntos
Com base no catálogo Sibi USP disponível on line, será necessária uma pesquisa sobre temas voltados à eficiência energética. Sugere-se que se compare o número de pesquisas (teses/dissertações/artigos/livros) publicados em um ano, com o número de pesquisas sobre temas gerais publicados no mesmo ano pelos alunos, docentes e pesquisadores pertencentes ao campus.

10. Oficina de trabalho 02

Até a presente fase, todas as equipes levantaram seus indicadores para suas respectivas políticas temáticas. Nesta oficina 02, o enfoque se dará entre as equipes de mesma política temática, sendo que há 3 equipes (6 pessoas): a equipe do Green Energy adotou o modelo STARS e as outras duas equipes o modelo Green Metrics.

A variabilidade de indicadores para a Política de Energia se deu por conta de algumas equipes priorizarem indicadores que podem ser aplicados por possuírem dados suficientes para avaliá-los, como é o caso do presente trabalho, enquanto os outros dois grupos escolheram diversos indicadores, que são aplicáveis ao contexto universitário, mas não são aplicáveis à realidade de dados disponíveis do campus.

Sendo assim, a equipe do Green Energy apresentou os dois indicadores selecionados e as outras duas equipes realizaram uma triagem de seus indicadores, reduzindo para aqueles que julgaram aptos a serem trabalhados nas próximas etapas. Dessa triagem, as três equipes chegaram a quatro indicadores, sendo um deles comum às três equipes e os outros três foram explanados para as equipes que não os havia adotado preliminarmente.

10.1. Oficina de Trabalho 02 - Avaliação dos Indicadores

Os grupos da Política Temática de Energia fizeram uma auto avaliação de seus indicadores, utilizando os critérios estabelecidos na Ficha de Avaliação de Indicadores. Cada membro do grupo temático devia selecionar uma nota de 1 a 9 para cada critério, obtendo-se assim uma média da nota para cada indicador. Além disso, essa etapa foi uma oportunidade para que as equipes trocassem informações sobre:

a) os indicadores locais propostos;

b) as formas de monitoramento e avaliação propostas;

c) as fontes de dados e os resultados para os indicadores no estudo de caso.

A fim de se avaliar os indicadores, foram estabelecidos critérios para permanência ou não dos mesmos:

1. A nota média final do indicador deve ser maior ou igual a 5;
2. Os critérios *3. Viável, 4. Suficiente e 5. Oportuno* devem receber nota média maior ou igual a 5, sendo que se um desses critérios receber nota menor que 5 a o indicador não está apto a ser utilizado.

Sendo assim, cada integrante das três equipes (representado pela inicial de seu nome) forneceu suas notas como segue na tabela 07 (indicadores do modelo STARS) e 08 (indicadores do modelo Green Metrics) a seguir:

Tabela 07 – Ficha de Avaliação dos Indicadores (modelo STARS)

Critérios de análise	**Indicadores (STARS)**													
	Consumo de energia mensal por usuário (kWh/pessoa)							**Consumo de energia mensal por área (kWh/m²)**						
	J	M	G	L	P	R	Média	J	M	G	L	P	R	Média
1. Compreensível e interessante (Evitar incertezas em relação ao que é bom ou ruim; fácil de entender, com unidades que tenham sentido, e sugestivos para efetiva ação).	7,0	8,0	8,0	8,0	8,0	9,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	9,0	9,0	8,3
2 . Relevante (Politicamente relevantes para todos os participantes do sistema)	9,0	8,0	8,0	8,0	7,0	9,0	8,2	8,0	8,0	8,0	8,0	7,0	9,0	8,0
3. Viável (Custo adequado de aquisição e processamento de dados e comunicação)	9,0	9,0	7,0	8,0	9,0	9,0	8,5	9,0	9,0	8,0	8,0	9,0	9,0	8,7
4. Suficiente (Fornecer a medida certa da informação, ou seja, se os resultados representam ao que realmente o indicador foi proposto)	8,0	5,0	8,0	7,5	9,0	7,0	7,4	7,0	9,0	8,0	7,5	9,0	7,0	7,9
5. Oportuno (Disponibilidade e temporabilidade dos dados)	9,0	9,0	7,0	8,0	7,0	9,0	8,2	9,0	9,0	7,0	8,0	8,0	9,0	8,3
6. Apropriado em escala (Apropriado aos diferentes usuários potenciais)	8,0	5,0	6,0	8,0	5,0	7,0	6,5	7,0	5,0	7,0	7,0	5,0	7,0	6,3

7. Medida física (Balancear, na medida do possível, unidades físicas (tonelada de óleo, anos de vida saudável) e monetárias)	8,0	9,0	9,0	8,0	9,0	8,0	8,5	8,0	9,0	9,0	8,0	9,0	8,0	8,5
8. Preventivo e proativo (Deve conduzir para a mudança, fornecendo informação em tempo para se poder agir)	8,0	8,0	7,0	8,0	6,0	6,0	7,2	8,0	7,0	8,0	6,0	6,0	6,0	6,8
	Média Geral						7,8	Média Geral						7,9

Tabela 08 – Ficha de Avaliação dos Indicadores (modelo Green Metrics)

Critérios de análise	**Indicadores (Green Metrics)**													
	Presença de avisos e programas sobre consumo energético racional (porcentagem de prédios contemplados)							**Orçamento da universidade destinado à sustentabilidade energética (comparado ao total)**						
	J	M	G	L	P	R	Média	J	M	G	L	P	R	Média
1. Compreensível e interessante (Evitar incertezas em relação ao que é bom ou ruim; fácil de entender, com unidades que tenham sentido, e sugestivos para efetiva ação).	9,0	9,0	8,0	8,0	9,0	8,0	8,5	7,0	7,0	7,0	8,0	8,0	9,0	7,7
2 . Relevante (Politicamente relevantes para todos os participantes do sistema)	9,0	9,0	8,0	7,0	9,0	8,0	8,3	6,0	9,0	8,0	7,0	6,0	9,0	7,5
3. Viável (Custo adequado de aquisição e processamento de dados e comunicação)	9,0	5,0	6,0	8,0	6,0	7,0	6,8	9,0	5,0	7,0	5,0	2,0	4,0	5,3
4. Suficiente (Fornecer a medida certa da informação, ou seja, se os resultados representam ao que realmente o indicador foi proposto)	8,0	7,0	7,0	7,0	7,0	6,0	7,0	6,0	8,0	8,0	8,0	4,0	7,0	6,8
5. Oportuno (Disponibilidade e temporabilidade dos dados)	9,0	5,0	6,0	7,0	6,0	6,0	6,5	9,0	3,0	7,0	8,0	3,0	6,0	6,0
6. Apropriado em escala (Apropriado aos diferentes usuários potenciais)	8,0	8,0	8,0	7,0	6,0	7,0	7,3	6,0	8,0	8,0	7,0	4,0	8,0	6,8
7. Medida física (Balancear, na medida do possível, unidades físicas (tonelada de óleo, anos de vida saudável) e monetárias)	6,0	9,0	7,0	8,0	5,0	7,0	7,0	7,0	9,0	9,0	8,0	5,0	8,0	7,7
8. Preventivo e proativo (Deve conduzir para a mudança, fornecendo informação em tempo para se poder agir)	9,0	9,0	7,0	7,0	6,0	8,0	7,7	7,0	9,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,3
	Média Geral						7,4	Média Geral						6,9

ETAPA III

11. Lista final de Indicadores

Ao fim da etapa II foram discutidas, em plenária, as definições para permanência/mudança/exclusão dos indicadores e suas razões. Assim, as reflexões provenientes da última etapa serão abordadas na etapa III, bem como, já que foram definidos os indicadores finais, os mesmos serão detalhados pela ficha de Quiroga e avaliados ao fim desta etapa.

- O critério *6. Apropriado em escala* foi um dos mais difíceis de se avaliar no caso da Política Temática de Energia. Sabe-se que, em se tratando de energia, são mais compreensíveis indicadores numéricos, quando se pode mensurar em unidades físicas. Entretanto, esses indicadores numéricos negligenciam as particularidades do consumo individual de diferentes grupos de usuários de energia no campus (alunos, docentes, funcionários), uma vez que é atribuído um valor total de consumo que, quando dividido pelo número de usuários gera um valor de consumo médio igual para todos.

-O indicador *consumo de energia mensal por área* recebeu a maior nota dentre os indicadores, já que esse indicador já havia sido uma escolha comum às três equipes. Além de sua importância para o contexto da Política Temática, o critério de viabilidade foi o fator essencial para o destaque desse indicador.

- O indicador *consumo de energia por usuário*, é de fácil obtenção como o próprio nome indica; consumo final de energia por habitante é uma aproximação do consumo de energia útil por habitante que, em última instância, seria o indicador ideal, pois contemplaria as perdas decorrentes dos diferentes graus de eficiência dos equipamentos eletroeletrônicos e de outros equipamentos em geral.

- O indicador de *Presença de avisos sobre o consumo energético racional* recebeu uma pontuação média alta (7,4), devido à sua relevância por permitir a conscientização dos usuários de energia do campus incentivando mudanças comportamentais de modo a reduzir o consumo de energia. Todavia, esse indicador não foi selecionado devido à falta de tempo hábil, uma vez seu monitoramento requer visitar todos os prédios dos *campi* 1 e 2 para verificar se estão presentes tais avisos. No entanto, esse indicador pode ser monitorado futuramente por meio da aplicação de questionários aos usuários do campus, buscando saber se está presente este tipo de aviso nos prédios por eles frequentados e se eles consideram que essa medida gerou alguma mudança de comportamento.

- O indicador *Orçamento da Universidade destinado à Sustentabilidade Energética (comparado ao total)* se mostrou o menos favorável para ser realizado. Esse indicador tem sua

medição muito prática, pois bastaria se realizar os cálculos de destinação dos custos totais em relação aos custos com pesquisa e desenvolvimento em tecnologias de geração de energia sustentável. Porém, os fatores para tal decisão, envolvem principalmente a viabilidade: dados relativos a destinação da verba da Universidade, em especificamente um campus, quando não são atualizados, são de difícil acesso.

11.1. Indicadores aplicados ao estudo de caso

Segundo dados obtidos por Amaral (2010) [22] de material fornecido pela Divisão de Obras e Infraestrutura da Coordenadoria do Campus de São Carlos (2008), a USP São Carlos possui área total de 1 556 450 m², sendo 173 731 m² de área construída, incluindo os campi 1 e 2.

Foram calculados os indicadores considerando o consumo mensal de energia no ano de 2013, obtido por Maia (2014) [20]. Entretanto, vale ressaltar que não foram encontrados dados referentes ao número de usuários para esse ano, sendo utilizados os dados de usuários de 2015, mostrados a seguir:

Tabela 09 – Quantidade de usuários do campus

Especificação	Total
Alunos de Graduação	5.199
Alunos de Pós-Graduação *	2.579
Professores	531
Funcionários	1.179
Cursos de Graduação (incluindo o semipresencial UNIVESP)	23
Programas de Pós-Graduação	18
Vagas oferecidas por vestibular (Graduação)	1.090

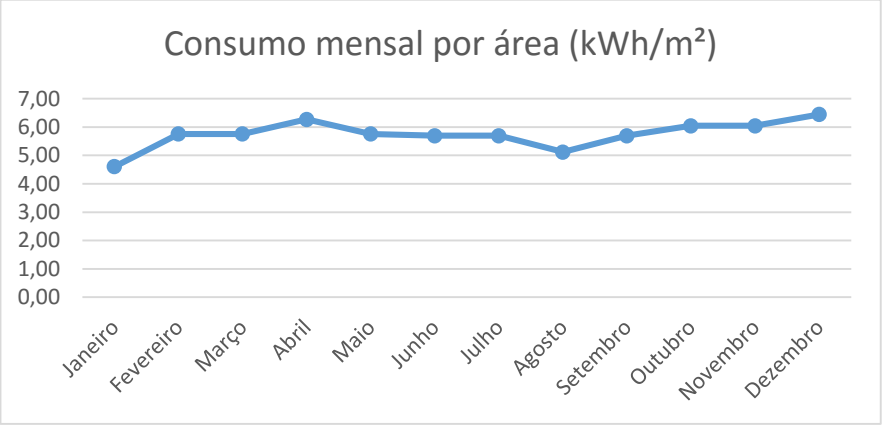
* não contabilizados alunos especiais, de especialização e de Pós-Doutorado (atualizado em maio/2015)

No cálculo para os meses de dezembro, janeiro e julho foram subtraídos do total de usuários os alunos de graduação, devido ao período de férias. Os dados mensais de energia foram aproximados observando o gráfico de consumo mensal para o ano de 2013 [20].

Para facilitar a descrição dos indicadores será feita uma aplicação da ficha metodológica de indicadores de sustentabilidade de Martinez, 2007 [21]. As tabelas 10 e 11 contem as informações detalhadas sobre esses indicadores:

Tabela 10 – Ficha metodológica adaptada para o consumo de energia por m²

Nome do indicador	Consumo mensal de energia por metro quadrado (kWh/m²)
Descrição curta do indicador	Expressa a quantidade de energia gasta por unidade de área construída do campus em determinado mês.
Relevância ou pertinência do indicador	Coloca o gasto energético em escala, permitindo sua comparação com o gasto de outras universidades.
Alcance (o que mede o indicador)	Mede a densidade do gasto energético, permitindo especializar o gasto de energia total do campus e relacioná-lo com sua área construída, de modo que possa ser comparada com o gasto energético de outras universidades.
Limitações (o que não mede indicador)	Não mede variações horárias no consumo de energia e calcula o consumo médio por unidade de área, não sendo possível verificar quais regiões do campus apresentam consumo maior ou menor.
Fórmula do Indicador	E/m² = Consumo de energia de determinado mês (kWh)/área construída total (m²)
Definição das variáveis que compõem o indicador	Consumo de energia: consumo de energia para cada mês obtido pelas faturas de energia da Universidade, em kWh, dos dois campi de São Carlos somados; Área construída: área construída em m² total dos dois campi.
Cobertura ou Escala do indicador	O indicador cobre toda a área dos dois *campi* da USP São Carlos.
Fonte dos dados	Dados fixos de consumo energético do campus, fornecidos pelo engenheiro Elio.
Disponibilidade dos dados (qualitativo)	Plenamente disponível em formato eletrônico (planilhas de Excel).
Periodicidade dos Dados	O dado de consumo de energia do campus deve ser coletado mensalmente.
Requisitos de coordenação inter- institucionais para que fluam os dados	A atualização em relação aos dados energéticos deve ser feita constantemente, sendo o dado proveniente da companhia de energia. A equipe gestora deve manter os dados ao longo dos anos para se poder realizar comparações do consumo local e com outras universidades.
Período temporal atualmente disponível	Janeiro de 2013 a dezembro de 2013
Periodicidade de atualização do indicador	A cada ano será calculado um consumo médio de energia mensal por m², considerando os dados obtidos para cada mês ao longo daquele ano.

Relação do indicador com Objetivos da Política, Norma ou Metas Ambientais ou de DS	Esse indicador se relaciona ao objetivo definido no Artigo 7º da Política de Energia, onde consta que "Na gestão e gerenciamento de consumo de energéticos deverá ser observada a conservação, redução, uso racional e eficiente do consumo de energia em suas instalações".
Relevância para a Tomada de Decisões	Esse indicador é relevante para a tomada de decisões pois possibilita, por meio do acompanhamento mensal e anual dos valores obtidos para esse indicador, bem como da comparação com outras universidades, verificar picos de consumo por área, de modo a propor medidas de contenção de gastos quando for verificado que o consumo por área está elevado.
Gráfico ou representação, com frase de tendência.	
Tendência e Desafios	Apesar do consumo por área ter se mostrado bastante abaixo do consumo médio de outras universidades do mundo, ainda é necessário um acompanhamento ano a ano do valor desse indicador, visando manter um consumo moderado de energia da universidade.
Tabela de dados	

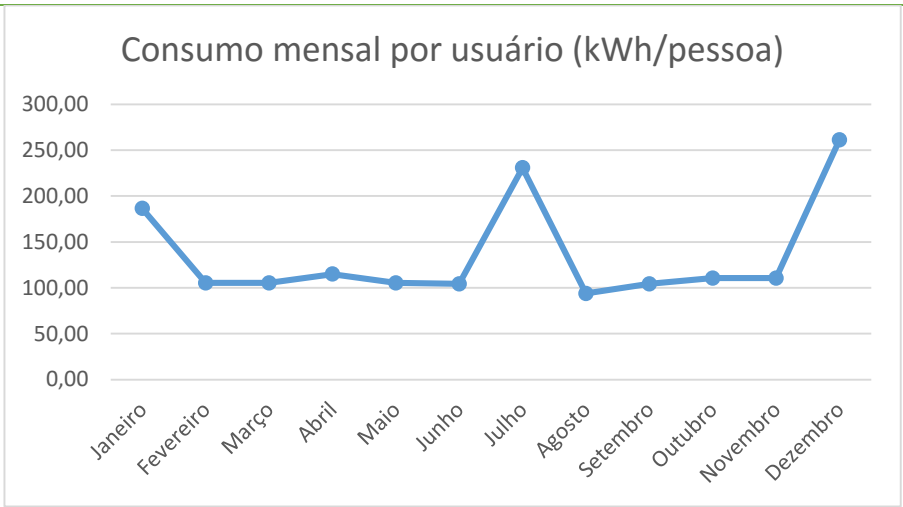
Mês	Área construída (m²)	Consumo mensal (kWh)	Consumo mensal por área (kWh/m²)
Janeiro	173731	800000	4,60
Fevereiro	173731	1000000	5,76
Março	173731	1000000	5,76
Abril	173731	1090000	6,27
Maio	173731	1000000	5,76
Junho	173731	990000	5,70
Julho	173731	990000	5,70
Agosto	173731	890000	5,12
Setembro	173731	990000	5,70
Outubro	173731	1050000	6,04
Novembro	173731	1050000	6,04
Dezembro	173731	1120000	6,45

Tabela 11– Ficha metodológica adaptada para o consumo de energia por usuário

Nome do indicador	Indicador de consumo de energia por usuário por mês
Descrição curta do indicador	Indica a quantidade média de energia consumida por usuário do campus em um mês.
Relevância ou pertinência do indicador	O consumo de energia per capita costuma ser associado ao grau de desenvolvimento de um país. Entretanto, a produção, o consumo e os subprodutos resultantes da oferta de energia exercem pressões sobre o meio ambiente e os recursos naturais. Por outro lado, limitar o uso de energia nos países em desenvolvimento representa um grande risco. Num país como Brasil, o consumo per capita situa-se na faixa da sexta parte daquele verificado nos países mais industrializados. Para um desenvolvimento sustentável, deve-se atender às demandas energéticas com o aumento da eficiência energética e do uso de fontes renováveis, compatibilizando a oferta de energia com a conservação ambiental.
Alcance (o que mede o indicador)	Neste trabalho, o indicador não separa os usuários em categorias por área, setor departamento, cargo, etc.
Limitações (o que não mede indicador)	Não aponta qual o real comportamento de uso da energia elétrica da unidade, por exemplo, não detecta a presença de qual atividade está consumindo mais energia do que deveria.
Fórmula do Indicador	$I_{ue}=E_n/(U_s*t)$ E_m = energia consumida no intervalo de tempo t; U_s = nº total de usuários que utilizam energia; T = corresponde ao intervalo de tempo analisado.
Definição das variáveis que compõem o indicador	• A energia consumida no mês provém de dados referentes ao consumo do ano de 2013, registrados pelo controle de energia da Universidade e fornecidos pelo Eng. Elio Trapani, responsável pela manutenção do campus, no formato de planilhas do Excel. • Nº de usuários é um dado disponível on line no site da prefeitura do campus, que contabiliza alunos de graduação, pós-graduação, professores e funcionários no campus, para o ano de 2015. • Tempo analisado será de um mês.
Cobertura ou Escala do indicador	O indicador contabiliza todos os usuários dos dois *campi* da USP São Carlos.
Fonte dos dados	

	Dados fixos de consumo energético do campus, fornecidos pelo engenheiro Elio.
Disponibilidade dos dados (qualitativo)	Plenamente disponível em formato eletrônico (planilhas de excel).
Periodicidade dos Dados	O dado de consumo de energia do campus deve ser coletado mensalmente.
Período temporal atualmente disponível	Os dados de consumo energético são relativos a janeiro de 2013 a dezembro de 2013
Periodicidade de atualização do indicador	A cada ano será calculado o nº de usuários na comunidade da USP, sejam estudantes, docentes ou funcionários.
Requisitos de coordenação inter- institucionais para que fluam os dados	A atualização em relação aos dados energéticos deve ser feita constantemente, sendo o dado proveniente da companhia de energia. A equipe gestora deve manter os dados ao longo dos anos para se poder realizar comparações do consumo local e com outras universidades.
Relação do indicador com Objetivos da Política, Norma ou Metas Ambientais ou de DS	Este indicador se relaciona à sustentabilidade praticada pelos usuários pois reflete a boa ação de uso consciente de cada indivíduo, assim como está previsto no Artigo 8º - VIII – "a previsão de procedimentos administrativos que disciplinem a utilização de energéticos da USP pelas permissionárias (pessoas físicas ou jurídicas), nos termos do que preceitua o artigo 4º desta Resolução, no que couber."
Relevância para a Tomada de Decisões	Esse indicador é relevante para a tomada de decisões pois possibilita, por meio do acompanhamento mensal e anual dos valores obtidos para esse indicador, bem como da comparação com outras universidades, verificar valores de consumo por usuário, de modo a propor medidas de contenção de gastos quando for verificado que o consumo por área está elevado.

Gráfico ou representação, com frase de tendência.



Tendência e Desafios

Os dados de fatura energética contemplam todo o consumo da campus. Sendo assim, estão envolvidas perdas (equipamentos não eficientes, perdas n transporte, usos inadequados dos usuários). Seria ideal que não houvessem essas perdas, para que o cálculo constasse o real consumo.

A tendência é que o consumo por usuário seja notificado mês a mês e, se possível, comparado a dados de outras universidades.

Tabela de dados

Mês	Número de usuários	Consumo mensal (kWh)	Consumo mensal por usuário (kWh/pessoa)
Janeiro	4289	800000	186,52
Fevereiro	9488	1000000	105,40
Março	9488	1000000	105,40
Abril	9488	1090000	114,88
Maio	9488	1000000	105,40
Junho	9488	990000	104,34
Julho	4289	990000	230,82
Agosto	9488	890000	93,80
Setembro	9488	990000	104,34
Outubro	9488	1050000	110,67
Novembro	9488	1050000	110,67
Dezembro	4289	1120000	261,13

12. Avaliação dos indicadores selecionados

Muitos fatores têm uma influência direta na intensidade energética. Um dos fatores principais, o tempo, afeta o consumo de energia de diferentes maneiras. O seu impacto é perceptível especialmente em regiões onde o aquecimento e refrigeração são responsáveis por uma parcela significativa do consumo de energia.

A intensidade energética também depende da idade do edifício, a fonte de energia, as características físicas do edifício, as configurações de ar condicionado, área do piso, os tipos de instalações, o grau em que as medidas de conservação de energia são implementadas, e assim adiante. Cada fator afeta o nível de intensidade de energia de forma independente e em sua própria maneira complexa. Neste estudo, cada fator individual não é tratado. Além disso, nenhum destes fatores pode por si só explicar as variações entre as intensidades de energia.

Atualmente, diversas universidades europeias, americanas, japonesas, e muitas outras universidades famosas divulgam no relatório mundial para o público sobre o estado de consumo de energia, características do consumo de energia de suas faculdades e medidas de poupança de energia. Sendo assim, para se comparar os indicadores trabalhados neste trabalho, será utilizado um documento referente a um projeto de campus verde de 7 importantes universidades: Universidade de Osaka, Kyoto University, Universidade de Keio, no Japão, Universidade de Oxford, no Reino Unido, Universidade de Yale, Universidade de Cornell, Carnegie Mellon University nos EUA [23].

Comparação do consumo energético por m² com outras universidades

Considerando o consumo anual de 2013 de 11.600 MWh e a área construída de 173.731 m², estima-se que o consumo anual por área aproximado seja de 66,77 kWh/m². O estudo comparativo entre o consumo anual de energia por unidade de área em sete universidades do mundo (Oxford, Carnegie Mellon, Cornell, Osaka, Keio, Kyoto e Yale) estima que consumo no ano de 2013 variou entre 80 kWh/m² e 200 kWh/m² [23]. Dessa forma, o consumo energético por área da USP nesse ano se mostra bastante abaixo da média das universidades. Esse valor pode ser ainda mais baixo, considerando-se que foi utilizada a área construída relativa ao ano de 2008, sendo que esta provavelmente aumentou até 2013.

Comparação do consumo energético por usuário com outras universidades

Considerando o consumo anual de 2013 de 11.600 MWh e o número de usuários, em 2015, de 9.529, o consumo de energia per capita da USP é de 1.217 kWh/usuário. O consumo energético per capita, para o estudo com as 7 universidades, variou entre 2.000 kWh /pessoa e 14.000kWh /pessoa. O maior valor (Carnegie Mellon University) é sete vezes mais alto do que o menor (Universidade Keio). Um consumo mediano é o da Universidade de Osaka, que é de cerca de 6,000kWh /pessoa. O estudo revelou que o consumo per capita de todas as faculdades

diminuiu ano a ano (de 2010 a 2013), tendência que também deve motivar a USP a diminuir seu consumo per capita.

ETAPA IV

13. Oficina de Trabalho 03

A ETAPA IV será uma *feedback* da etapa I. Os indicadores da Política Ambiental da USP propostos na etapa I serão revistos e ao final dessa etapa haverá a última Oficina de Trabalho 3 para definir, consensualmente entre todas as equipes que escolheram o modelo STARS, os indicadores da Política Ambiental da USP (nível USP e nível *campi*). Além disso, será apresentado como os indicadores locais (nível *Campus*, somente da Política Ambiental de Energia) poderão ser agregados para alimentarem o sistema geral de indicadores da USP.

Os indicadores finais definidos são mostrados na tabela 12 a seguir.

Tabela 12. Indicadores Ambientais nível *campi*

Dimensão	Água e Efluentes	Áreas Verdes	Edificações	Educação Ambiental	Energia	Mobilidade	Resíduos Sólidos
Operacional	Consumo de água per capita (m^3/usuário/ dia)	Área de cobertura vegetal/ Área total (%)	Registro de consumo mensal de água e energia das edificações	N° de panfletos em um prédio por visitante, com a finalidade de educação ambiental, visando temas diversos	Consumo anual energia por usuário (kWh/m²)	Acessibilidade universal (adm)	Peso de resíduo gerados por método de destinação e disposição (toneladas/ano)
	Taxa de efluente tratado (%)	Área de reservas ecológicas/ Área de APP (%)			Consumo de energia por usuário (kWh/pessoa)	Aspecto ambiental (adm)	Quantidade de resíduos reciclados ou tratados por laboratórios e oficinas/ Quantidade de resíduos sólidos gerados por laboratórios e oficinas
		Projetos de pesquisa e extensão relacionados às				Infraestrutura (adm)	Quantidade de resíduos eletrônicos reciclados/

	Áreas Verdes e Reservas Ecológicas (unidades)				Quantidade de eletrônicos descartados
	Existência do Plano de Manejo de Áreas Verdes e Reservas Ecológicas				Quantidade de resíduos per capita
Acadêmico		Existência de disciplinas relacionadas a edificações sustentáveis	N° de bolsas oferecidas para projetos em parceria entre o USP recicla e as Unidades/docentes do campus		Relação entre número de pesquisas voltadas a resíduos sólidos por número de pesquisas no total (unid anual)
Planejamento		Existência de um plano de educação ambiental e uma comissão/escritório responsável pela coordenação de um plano de educação ambiental	Existência de um plano de educação ambiental e uma comissão/escritório responsável pela coordenação de um plano de educação ambiental		Quantia total de investimento voltadas a resíduos sólidos pela total do orçamento da universidade (% anual)
Engajamento			N° de calouros presentes na palestra de apresentação do USP recicla		

Os indicadores finais definidos são mostrados na tabela 12 anterior. Os indicadores de consumo de energia mensal por usuário e por área propostos nesse trabalho, a nível campus, permitirão a coleta e organização de dados referentes ao consumo energético ao longo do tempo, possibilitando assim identificar tendências de aumento ou diminuição de consumo. Dessa forma, o sistema geral de indicadores da USP poderá ser beneficiado uma vez que o consumo energético está relacionado a todas suas atividades, e estes dados poderão ser úteis também para outras Políticas Temáticas da Universidade. Um exemplo seria o uso dessas informações nos programas de conscientização e educação ambiental, divulgando os resultados dos indicadores aos usuários da universidade incentivando-os assim a reduzir o consumo de energia. Uma vez que seja possível medir o consumo de energia por cada prédio do campus, levando em conta suas respectivas áreas construídas e número médio de usuários por mês, os indicadores de energia propostos também beneficiarão os indicadores relativos à Política de Edificações. Outro exemplo seria sua relação com a Política de Emissões, permitindo obter uma estimativa da emissão de gases do efeito estufa devido ao consumo de energia por usuário e por metro quadrado construído. Assim, os indicadores propostos apresentam grande potencial na retroalimentação do sistema geral de indicadores ambientais da USP.

14. Conclusões

A metodologia utilizada de criação de indicadores ambientais, ao mesmo tempo que foi uma proposta inovadora para a disciplina, mostrou que um indicador deve ser gerado criteriosamente, de forma a assegurar a disponibilidade dos dados e resultados mais relevantes no menor tempo possível e com o menor custo. Sabendo-se que existe uma relação de interdependência entre os indicadores, estes podem ser agrupados em classes, de forma a serem abordados sistematicamente, a partir da relação de interdependência existente entre eles. Por fim, os indicadores se mostraram essenciais ao controle porque os resultados apresentados através dos mesmos são fundamentais para a análise crítica do desempenho da organização, para a tomada de decisões e para o replanejamento.

O modelo adotado pela equipe, STARS, apesar de sua simples aplicação não pode ser aplicado inteiramente já que muitos dos indicadores decididos ao fim deste trabalho não estão contemplados pelo modelo, ficando difícil de aplicar a metodologia do mesmo. Além disso, algumas da Políticas Temáticas, como Administração, Emissões, Gestão de Fauna, e Uso e

Ocupação Territorial não foram acompanhados por nenhuma equipe, ficando em falta a criação de indicadores para as mesmas.

Hoje a realidade tem mostrado que a disponibilidade de energia, considerando as fontes não renováveis, é limitada. A exploração, o processamento e o uso da energia têm imposto consideráveis impactos ao meio ambiente. Esses impactos colocaram a energia no centro das discussões e têm provocado novas propostas para a eficiência energética e o uso de fontes renováveis de energia. Sob essas condições, o consumo desenfreado de petróleo fica no passado, e a conservação de energia torna-se uma opção valiosa, abrindo espaço para a busca de soluções e sistemas mais eficientes, como a utilização de energias renováveis. Nesse contexto, a mudança de hábito dos usuários também é fundamental, transformando essa quebra de paradigma em uma transição consistente, possibilitando que a população participe incentivada pelo consumo eficiente.

Nesse contexto, os dois indicadores trabalhados na Política Temática de Energia da USP foram consumo energético anual por m² e consumo energético por usuário. A equipe do Green Energy concluiu que, do ponto de vista técnico, são os indicadores mais fáceis de serem monitorados em relação aos indicadores das outra Políticas Temáticas. Isso porque são dados numéricos de fácil aquisição e monitoramento, que podem ser avaliados e comparados ao longo dos anos emitindo diretamente metas de consumo racional de energia. Enquanto os outros indicadores necessitam de questionários, de observações a campo, de formação de grupos de pesquisas na área, entre outros. Porém, do ponto de vista da eficiência dos indicadores de energia, há diversas falhas, dentre eles, encontrar meios de consciência da população, pois isso depende da ação individual dos indivíduos em se preocupar com a questão.

As principais dificuldades encontradas por qualquer empreendimento, seja ele uma empresa ou Universidade, em relação à gestão ambiental foram: desprendimento de capital para a área ambiental, seguida de relacionamento com os órgãos ambientais, falta de treinamento do pessoal e a estruturação do setor ambiental. Por isso, a implementação de um sistema de indicadores, apesar da grande valia já apontada, requer ainda um grande esforço por parte de diversos agentes, que devem atuar conjuntamente.

15. Referências Bibliográficas

[1] SÁENZ, O. Memorias del Cuarto Seminario Internacional Universidad y Ambiente. Red Colombiana de Formación Ambiental – RCFA. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales – U.D.C.A. Bogotá. 2007, p. 233-289.

[2] THE KYOTO Declaration. 1993. International Institute for Sustainable Development. Disponível em: Acesso em 11 de março de 2016.

[3] Ambientalização nas instituições de educação superior no Brasil: caminhos trilhados, desafios e possibilidades/Organizadores: A.Ruscheinsky, A.F.S.Guerra, M.L.Figueiredo, P.C.S.Leme, V.E.L.Ranieri, W.B.C.Delitti. São Carlos: EESC/USP, 2014. [350] p. ISBN 978-85-8023-021-5

[4] ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS. Site institucional. 2012. Acesso em: 09 de março de 2016.

[5] TAUCHEN, J.; BRANDLI, L.L. A gestão ambiental em instituições de ensino superior: modelo para implantação em campus universitário. Gestão e Produção, v. 13, n. 3, p. 503-515, 2006. Disponível em: < http://www.scielo.br/pdf/gp/v13n3/11.pdf.>. Acesso em 11 de março de 2016.

[6] MARTINS, Clítia Helena Backx. Indicadores de qualidade de vida e de qualidade ambiental: a necessidade de integração das dimensões social, econômica e ambiental, 2005. Disponível em: http://cdn.fee.tche.br/documentos/documentos_fee_63.pdf . Acesso em: 30 de abril de 2016.

[7] FRANCA, L. P. Indicadores ambientais urbanos: revisão da literatura. Parceria 21, 2001.

[8] MARZAL, K; ALMEIDA, J. Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas: Estado da arte, limites e potencialidades de uma nova ferramenta para avaliar o desenvolvimento sustentável. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v.17, n.1, p.41-59, jan./abr. 2000.

[9] DAHL, A. L. The big picture: compehensive approaches. In: MOLDAN G.; BILHARZ, S. (Eds.) Sustainability indicators: report of the project on indicators of sustainable development. Chichester: John Wiley & Sons Ltd., 1997.

[10] http://www.sei.ba.gov.br/phl8/download/p6276-6.pdf. Acesso em 30 de abril de 2016

[11] BENETTI, L. B. Avaliação do índice de desenvolvimento sustentável do município de Lages (SC) através do método do Painel de Sustentabilidade. 2006. 215f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

[12] OECD (2003) Environmental Indicators: Development, Measurement and Use. OECD Environment Directorate - Environmental Performance and Information Division. Reference Paper. Disponível em: < http://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/24993546.pdf>. Acesso em 04 de março de 2016.

[13] LIRA, W. S; CÂNDIDO, G. A. Análise dos modelos de indicadores no contexto do desenvolvimento sustentável. Revista Perspectivas Contemporâneas, Paraná, v. 3, n. 1, 2008.

[14] www.aashe.org/files/documents/STARS/stars_2.1_technical_manual.pdf. Acesso em 13 de março de 2016.

[15] http://greenmetric.ui.ac.id/methodology/. Acesso 13 de março de 2016.

[16] MÜLLER, A. C. Hidrelétricas – Meio Ambiente e Desenvolvimento. São Paulo: Makron Books, 1995.

[17] REIS, L. B.; FADIGAS, E. A. A.; CARVALHO, C. E. Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável. Barueri-SP: Manole, 2005. (Coleção Ambiental)

[18] BORGES; Fabricio Quadros. Indicadores de Sustentabilidade para a energia elétrica no estado do Pará. Revista Brasileira de Energia, Vol. 15, N 119 o. 2, 2o Sem. 2009, pp. 119-151

[19] MORALES; C. Indicadores de consumo de energia elétrica como ferramenta de apoio à gestão: classificação por prioridades de atuação na universidade de São Paulo. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007. 101p.

[20] MAIA, A. T; OLIVEIRA, C. S.; SAVIETTO, J. P.; BRANDIZZI, B. V.; COCENZA, G. A. S.; THIBAULT, F. Proposta de Melhoria da Eficiência Energética no campus da USP São Carlos. Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, 2014. 98p.

[21] MARTINEZ, R. Q. Indicadores ambientales y de desarrollo sostenible: avances y perspectivas para América Latina y el Caribe. Publicación de las Naciones Unidas. Santiago de Chile, 2007.

[22] Números da USP de São Carlos. Disponível em < (http://www.saocarlos.usp.br/index.php?option=com_content&task=view&id=61)> Acesso em 01 de junho de 2016.

[23] MA, Y. T.; LU, M. Y.; WENG, J. T. Energy Consumption Status and Characteristics Analysis of University Campus Buildings. 5th International Conference on Civil Engineering and Transportation. Atlantis Press. 2015.