



---

## SUMÁRIO

**12785 - ANÁLISE DE CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL E PROPOSIÇÃO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS SUSTENTÁVEIS COM BASE NO ESTUDO DE UNIDADES DO BAIRRO CIDADE ALTA, FORQUILHINHA, SC**

Camila Porto de Medeiros<sup>1</sup>, Mário Ricardo Guadagnin<sup>1</sup> .....

**13089 - AVALIAÇÃO DE MÉTODOS DE ESPACIALIZAÇÃO DA CHUVA MÁXIMA NO ESTADO DE SANTA CATARINA**

Luana Pasini Miguel<sup>1</sup>, Álvaro José Back<sup>2</sup>, Gustavo José Deibler Zambrano<sup>3</sup>, Nilzo Ivo Ladwig<sup>4</sup> .....

**13515 - COLETA SELETIVA SOLIDÁRIA EM CRICIÚMA: EMPODERAMENTO DE CATADORES E MEDIAÇÃO NA GESTÃO PÚBLICA MUNICIPAL**

Sabrina Baesso Cadorin<sup>1</sup>, Dulcinéia Felicidade Calrinda<sup>2</sup>, Gabriela Boaroli Galli<sup>1</sup>, Táira Oliveira Gregório<sup>2</sup>, Vitória de Oliveira Souza<sup>2</sup>, Mário Ricardo Guadagnin<sup>3</sup>, Leandro Nunes<sup>4</sup>

**15041 - A CONTRIBUIÇÃO DA METODOLOGIA “*TIME-BASED LEARNING*” (TBL) NA APRENDIZAGEM DOS ESTUDANTES DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE DO CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL DA UNESC, CRICIÚMA (SC)**

Gilca Benedet<sup>1</sup> .....



## Trabalho Completo de Relato de Ensino

# 12785 - ANÁLISE DE CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL E PROPOSIÇÃO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS SUSTENTÁVEIS COM BASE NO ESTUDO DE UNIDADES DO BAIRRO CIDADE ALTA, FORQUILHINHA, SC

**Camila Porto de Medeiros<sup>1</sup>, Mário Ricardo Guadagnin<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Curso de Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, Unidade Acadêmica de Ciências, Engenharias e Tecnologias, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, Brasil.

**Resumo:** O País supera o déficit habitacional com a construção de moradias através do Programa Minha Casa Minha Vida, da CEF. Estas construções podem incorporar princípios de sustentabilidade se adotar materiais e produtos alternativos e seguir critérios de certificação do Selo Casa Azul da CEF. A certificação reconhece projetos de empreendimentos que comprovem suas contribuições à diminuição de impactos ambientais, avaliados de forma qualitativa. Justifica-se o estudo devido à crescente preocupação com as questões ambientais, considerando a necessidade de buscar novas alternativas para minimizar os impactos ambientais decorrente no setor da construção civil. Utilizou-se a técnica de pesquisa aplicada, exploratória para avaliar as técnicas construtivas que foram empregadas no estudo de caso do conjunto habitacional de interesse social, o Jardim dos Ipês em Forquilha, SC. Realizaram-se visitas a CEF para a escolha do conjunto habitacional de análise e posteriormente, visitou-se o estudo de caso. A nova proposta, ao adotar materiais sustentáveis, foi submetida à classificação de acordo com as diretrizes da certificação da CEF e atingiu a gradação de nível Prata. Componentes convencionais foram substituídos por materiais alternativos, os principais foram: sistema construtivo de painéis modulares de EPS e telhas recicladas de embalagens longa vida. O custo total da implantação de unidades sustentáveis resultaria em uma redução de R\$ 65.441,32 em comparação com o custo total da construção convencional. Apesar dos inúmeros benefícios dos materiais alternativos, o aspecto cultural e o desconhecimento dos produtos por parte do morador, dos profissionais e das construtoras são fatores determinantes para não adotarem os mesmos.

**Palavras-chaves:** habitação de interesse social sustentável; materiais sustentáveis; selo casa azul.

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, os problemas relacionados às habitações sociais remontam anos, em função do crescimento populacional. Nesta década, ocorreu um aumento na demanda



de novas construções de conjuntos habitacionais para atender a população carente de moradia adequada e saneamento básico.

No setor da construção civil encontram-se normas para caracterização de materiais quanto ao desempenho, à vida útil, e entre outros aspectos. Entretanto, as técnicas construtivas, ainda, não superam as expectativas quando se trata de durabilidade e reciclabilidade dos componentes que compõem uma habitação.

A qualidade inferior dos materiais, inclusive quando empregados em habitações de interesse social, resulta em consequências nos aspectos ambientais e econômicos, bem como no risco a vida humana em ambientes insalubres.

Quando a vida útil dos materiais é reduzida, estes, logo, necessitarão de reparos ou substituições. Os custos destas alterações, a geração e o destino incorreto dos resíduos sólidos são alguns dos impactos negativos da escolha inadequada desses componentes. Desta forma, a análise dos materiais de construção civil permite implementar medidas de redução do desperdício e maior aproveitamento dos mesmos.

E tendo em vista que a preocupação com as questões ambientais vêm ganhando espaço na indústria de construção civil, está se tornando necessária a busca de novas alternativas ambientalmente corretas que proporcionem conforto térmico, durabilidade e custo-benefício para o desempenho ambiental das edificações.

No momento de planejar e implementar novas alternativas ambientalmente corretas, as certificações ambientais no setor de construção civil recebem destaque, tornando-se um meio de orientar, qualificar e/ou quantificar os benefícios da implementação de medidas de caráter sustentável. Os novos projetos que visam desenvolver a sustentabilidade têm ações de forte impacto positivo na qualidade das edificações, no bolso dos moradores e na racionalização do uso de recursos naturais.

Um exemplo relacionado às preocupações com os impactos ambientais, decorrentes no setor construtivo, surgiu a partir do ano de 2002, no qual, o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA com auxílio de órgãos técnicos e pesquisadores da construção civil, aprovou a Resolução nº 307 que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Destaca-se que como principais diretrizes estão à definição e classificação dos resíduos gerados por esta atividade, o destino final dos mesmos, a minimização na fonte geradora e a elaboração de Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção e Demolição – PGRCD que visam à sustentabilidade do setor de construção civil.



A mesma resolução foi alterada pela Resolução do CONAMA nº 448/2012 que modificou artigos e estabeleceu novos prazos de implementação de política pública. No entanto, os prazos esgotaram-se e a estruturação de PGRCD dos Municípios e dos grandes geradores de entulhos continuam em estado intermitente.

No Brasil, o setor apresenta ações embrionárias de consciência ecológica e de responsabilidade socioambiental ocasionando impactos ambientais irreparáveis.

Contudo, deve-se compreender que uma edificação sustentável não é apenas aquela que utiliza materiais ambientalmente corretos ou que reutiliza e/ou recicla os resíduos gerados da construção, mas sim, a que adota princípios de conforto térmico e de iluminação, visando eficiência energética e um ambiente salubre, como também aproveitamento da água da chuva, a facilidade de manutenção e desmonte da edificação (BORGES, 2008).

Para uma edificação ser sustentável são necessários soluções que priorizem o baixo impacto ao meio ambiente, desde a concepção do projeto, a especificação dos materiais, a construção e operação/manutenção da edificação (SILVA, 2012).

Portanto, à medida que o compromisso e a preocupação de implementar medidas de caráter sustentável em edificações está abrangendo diversos setores da indústria de construção civil, esta pesquisa tem como objetivo principal estudar o sistema construtivo convencional de habitação de interesse social e propor materiais de construção alternativos de caráter sustentável de acordo com os critérios do Selo Casa Azul da Caixa Econômica Federal (CEF).

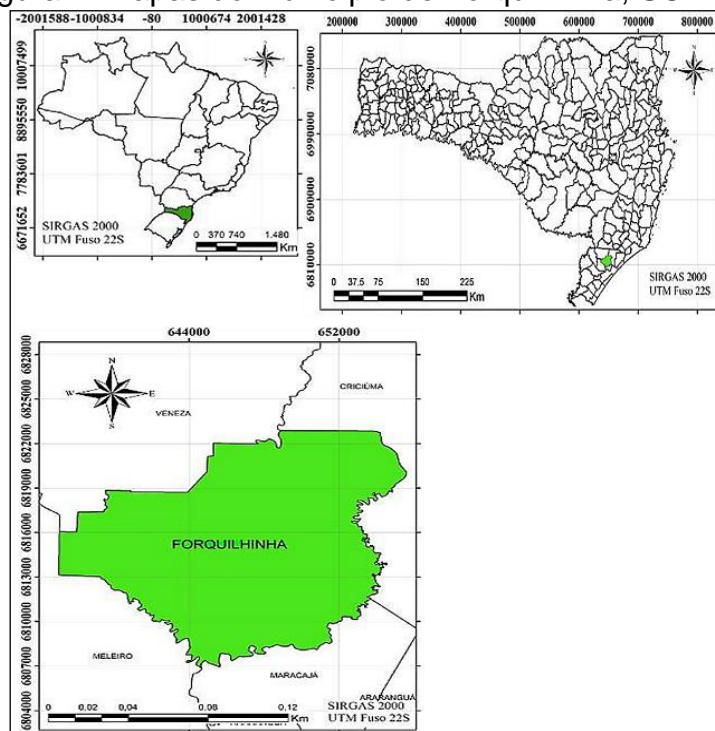
## 2 METODOLOGIA

O presente estudo utilizou a técnica de pesquisa aplicada, exploratória, com abordagem mais qualitativa do que quantitativa, no qual, buscou-se avaliar as técnicas construtivas que foram empregadas no estudo de caso de um conjunto habitacional de interesse social inaugurado no ano de 2013 em Forquilha, SC.

Para o embasamento teórico, analisaram-se assuntos relacionados aos impactos ambientais da construção civil, habitações de interesse social, sustentabilidade nas edificações, a estimativa de vida útil dos materiais e a aplicabilidade do Selo Casa Azul da CEF.

O município de Forquilha, SC está localizado na planície Sul do Estado de Santa Catarina, pertencendo a Associação dos Municípios da Região Carbonífera (AMREC) (PMF, 2016). A cidade foi colonizada por imigrantes alemães e localiza-se na microrregião de Criciúma, a 212 km de Florianópolis (Figura 1) (PMF, 2016).

Figura 1: Mapas do município de Forquilha, SC.



Fonte: IBGE, 2010.

Na realização da pesquisa exploratória, foram efetuadas visitas na CEF de Criciúma, SC para a busca de informações e subsídios para um levantamento das tipologias de construções de habitações sociais comumente empregadas na região. Deste modo, selecionou-se como estudo de caso, o Condomínio Jardim dos Ipês no bairro Cidade Alta em Forquilha, SC caracterizado como casas geminadas e isoladas, conforme a Figura 2.

O estudo de caso caracteriza-se da seguinte maneira: do total de 112 unidades, 104 são do tipo geminadas com duas unidades cada e 08 são unidades isoladas. A unidade básica ou embrião tem 39,05 m<sup>2</sup>, é composta de 2 dormitórios.

Figura 2: Casas geminadas e isoladas do conjunto habitacional.



Fonte: ENGEPLUS, 2013.

O conjunto habitacional foi financiado pelo Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) da CEF e o projeto arquitetônico foi elaborado entre 2009 e 2010 pelos acadêmicos bolsistas do Projeto de Extensão Habitat Saudável e Sustentável do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) e em conjunto com outros cursos também da instituição.

Portanto, solicitou-se ao Curso de Arquitetura e Urbanismo o acesso aos documentos arquitetônicos do projeto habitacional.

Após a seleção do conjunto habitacional junto a CEF, contatou-se a empresa construtora para obter o memorial descritivo e a planilha orçamentária. Esta, elaborada em 2011, foi atualizada de acordo com o Índice Nacional de Preços ao Consumidor – INPC.

Também, efetuaram-se pesquisas junto aos fornecedores de materiais de construção para selecionar opções de materiais alternativos de caráter sustentável e para levantar custos. Os materiais sustentáveis adotados para a nova proposta de unidades, além de outros componentes, foram submetidos à classificação do Selo Casa Azul da CEF, que apresenta o desempenho ambiental de forma qualitativa.

A certificação Selo Casa Azul da CEF foi lançada em 2009, como um novo instrumento de classificação dentro de critérios socioambientais dos projetos financiados pela CEF.

A principal missão da certificação, segundo a CEF (2010), é buscar reconhecer os projetos que adotam soluções mais eficientes aplicadas à construção, ao uso, à ocupação e à manutenção das edificações, objetivando incentivar o uso racional de recursos naturais e a melhoria da qualidade da habitação e de seu entorno, bem como priorizar as práticas sociais.

A adesão ao Selo é voluntária e o proponente deve manifestar o interesse para que o projeto seja analisado sob a ótica deste instrumento. Além disso, não haverá despesas ao interessado para a concessão do Selo, apenas será cobrada uma taxa de análise dos documentos (CEF, 2010).

O Selo adota uma metodologia que organiza 53 ações ou critérios entre obrigatórios e de livre escolha, distribuídos em 6 categorias, para promover a sustentabilidade ambiental de uma edificação. Para receber um nível de gradação do Selo Casa Azul, a construção deve atender os 19 critérios obrigatórios e, de acordo com o número de critérios de livre escolha atendidos, o projeto ganha o Selo nível Bronze, Prata ou Ouro, conforme apresentado no Quadro 1 e Figura 3.

Somente após verificação da documentação exigida e comprovação do atendimento aos critérios obrigatórios, esta que ocorre a partir de uma verificação *in loco*, durante as vistorias da CEF, poderá definir-se o nível de gradação do Selo a ser concedido ao projeto (CAIXA, 2010).

Quadro 1 – Níveis de graduação do Selo.

Gradação	Atendimento mínimo	Total de critérios
BRONZE	19 critérios obrigatórios	19
PRATA	19 critérios obrigatórios e mais 6 livre escolha	25
OURO	19 critérios obrigatórios e mais 12 critérios de livre escolha	31

Fonte: CEF, 2010 adaptado pela AUTORA, 2016.

Figura 3 – Logomarcas Selo Casa Azul.



Fonte: CEF, 2010.

### 3 RESULTADOS

Novos conjuntos habitacionais de interesse social têm sido construídos em todo o território nacional na tentativa de suprir a demanda por habitação.



As edificações eram produzidas de forma padronizada, desconsiderando as características locais, além de afastadas dos grandes centros em função da necessidade de áreas grandes para construção, resultando em conjuntos residenciais com baixa qualidade arquitetônica e materiais utilizados na construção, também de baixa qualidade (FERNANDES *et al.*, 2014).

Ao evitar-se o uso de materiais de qualidade inferior, melhora-se o desempenho da habitação, reduz-se o desperdício de recursos naturais e financeiros com os reparos desnecessários, além de melhorar as condições de competitividade das construtoras.

Diante deste contexto, considerando de extrema importância as questões levantadas que se relacionam com os aspectos ambientais, econômicos e com a qualidade de vida, o atual estudou realizou uma pesquisa no mercado de materiais de construção e identificou dois exemplos de materiais alternativos: telhas recicladas de embalagens longa vida e sistema construtivo de painéis modulares de EPS. Estes se caracterizam por apresentar benefícios como conforto térmico e durabilidade, segundo relatórios técnicos divulgados por instituições de ensino e pesquisa no país.

Para complementação de informações dos mesmos, efetuou-se uma análise de custo e impactos ambientais.

Inicialmente, as telhas recicladas de embalagens de longa vida foram caracterizadas por meio de ensaios laboratoriais com base em normas técnicas para telhas de fibrocimento, materiais plásticos e outros, haja vista que não há normas técnicas específicas para o material.

As embalagens cartonadas são da marca Tetra Pak® e constituem-se de papel, polietileno e alumínio. O processo para reciclagem das embalagens acontece em duas etapas.

Primeiramente, as cooperativas de catadores de materiais reciclados recolhem e segregam as embalagens que são vendidas as fábricas de papéis.

Para a retirada do papel das embalagens, as fábricas de papéis utilizam o equipamento “hidrapulper”, no qual, o seu funcionamento assemelha-se a um liquidificar, onde as embalagens são agitadas com água e sem agentes químicos. O papel hidrata-se, separa-se do plástico e alumínio e, posteriormente, pode ser reciclado para a confecção de caixas de papelão (CEMPRE, 2016).

A segunda etapa, segundo Cerqueira (2003), é a fabricação de telhas ou placas recicladas, uma vez triturado o material (alumínio e polietileno) é dosado em formas e para impedir que o material grude na prensa, é colocado sob e sobre o material, um filme plástico de alta temperatura de fusão, em seguida, é levado para a prensa aquecida a cerca de 180°C. As telhas adquirem as formas e dimensões semelhantes às telhas de fibrocimento, de acordo com a Figura 4.

Figura 4 – Telhas recicladas de embalagens longa vida.



Fonte: ECOPLEX, 2016. A – Estrutura mais leve. B – Permite o uso de pregos.

Os dados existentes sobre telhas ou placas recicladas de embalagens da Tetra Pak® foram encontrados em relatórios técnicos do Instituto de Pesquisa e Tecnologia (IPT) e da Escola de Engenharia de São Carlos (USP) no Laboratório de Madeiras e Estrutura de Madeiras (LaMeM) e Laboratório de Construção Civil (LCC).

No Quadro 2, segundo Cunha (2011), buscou-se unir a classificação padrão de materiais de construção e as classificações sobre sustentabilidade com o objetivo de serem referências para a classificação das placas recicladas.

Quadro 2 – Classificação das placas recicladas quanto à sustentabilidade.

Categoria	Classificação	
Quanto à procedência	Material da tecnosfera	Não são renováveis
Quanto à origem e processo de obtenção	Artificiais	Materiais reciclados
Quanto ao potencial de sustentabilidade e impacto ambiental	Sustentável	Evita o descarte nos aterros; fácil acesso em todas as regiões devido à disponibilidade de matéria-prima; recicláveis; retorna ao ciclo de vida
Quanto à composição da matéria-prima	Compostos	Polietileno – aprox.. 70%, Alumínio – Aprox. 25% Resíduos de papel e de plásticos 5% (variável)
Quanto à estrutura interna	Mista	Cristalina
Quanto à composição química	Mista	Minerais e orgânicos



Quanto à função do componente	Não estrutural	Vedação e proteção (revestimento) de superfícies, fabricação de objetos variados.
-------------------------------	----------------	---

Fonte: ARQTEMA (2005) apud CUNHA (2011).

No Quadro 3, encontram-se as características técnicas das placas recicladas de polietileno/alumínio, de acordo com os dados existentes e ensaios complementares de Cunha (2011), relacionados ao desempenho térmico.

Quadro 3 – Propriedades gerais das placas recicladas de embalagens longa vida.

Propriedades	Resultados		
Propriedades mecânicas	Resistência à tração	7,62 MPa*	
	Alongamento na ruptura	4,2 MPa*	
	Resistência à flexão	15,1 MPa*	
Absorção de água	Este dado pode variar muito, de acordo com a quantidade de papel restante na matéria-prima e qualidade da prensagem	5,3% (IPT, 2001)	
		15,22% (LAMEM, 2001)	
		Média: 10,3%	
Propriedades térmicas	Índice de propagação de chamas	Médio – Classe D* A propagação superficial de chama avançou, em média, 393mm (85% do corpo de prova). A carbonização superficial alcançou, em média, 448mm (97%) do comprimento total do corpo de prova) Desenvolvimento de fumaça cinza.	
		Refletância	$\alpha$ : 0,536 (53,6%)**
		Absortância	$\alpha$ : 0,464 (46,4%)**
Propriedades químicas	Resistência aos raios ultravioletas (UV)	Ação dos raios UV resultam na perda de brilho superficial das placas, enrijece as fibras poliméricas deixando-as menos flexíveis e aumentando sua resistência mecânica. Não degrada as placas **	

Fonte: \*IPT (2001); \*\*CUNHA (2011).

Cerqueira (2003) comparou as telhas de polietileno/alumínio às de fibrocimento por tratar-se de um material com características similares e os resultados obtidos são demonstrados no Quadro 4.

Quadro 4 – Comparativo entre telhas recicladas e telhas de fibrocimento.

Ensaio	Parâmetros para telha de fibrocimento	Resultados obtidos para telhas de recicladas
Resistência à flexão (N/m)	$4 \times 10^3$	$7,63 \times 10^6$
Absorção de água (%)	37	6,3%

Fonte: CERQUEIRA, 2003.

A partir da observação do Quadro 4, Cerqueira (2003) demonstra que análises obtidas nas telhas produzidas com embalagens longa vida são superiores se comparadas



aos parâmetros de mercado, pois apresentaram alta resistência à flexão e baixa absorção de água, devido à sua origem plástica.

Em ensaios de impermeabilidade nas telhas recicladas conforme NBR 5642/1993 (Telha de Fibrocimento – Verificação da Impermeabilidade), não ocorrendo formação de manchas e nem formação de gotas nas superfícies dos corpos de prova (FERREIRA, 2001 apud CERQUEIRA, 2003; LCC, 2002 apud LAMEM, 2016).

Testes referentes ao conforto térmico foram realizados para a comparação das telhas recicladas de polietileno/alumínio com as telhas de cerâmica e aço galvanizado e concluiu-se que, ao longo do ano, a temperatura superficial constatada pela telha de aço galvanizado foi de 67 °C, seguida pela de polietileno/alumínio, com 47 °C, e de cerâmica, 41 °C. Já as temperaturas internas não apresentaram diferenças significativas, entre 22 e 23,5 °C em média e nos dias mais quentes do ano, variação de 32 a 33 °C (VECCHIA, 2002 apud CERQUEIRA (2003); LCC, 2002 apud LAMEM, 2016).

Retornando ao Quadro 3, neste também foi apresentado os resultados das propriedades de absorção (absorve os raios solares) e refletância (reflete os raios solares), no qual, para o ensaio foram aplicados diferentes comprimentos de onda à placa reciclada (UV - ultravioleta, VIS - visível e IV - infravermelho). Os resultados demonstraram que, da quantidade de energia total que atingiu a superfície da placa, 46,4% ( $\alpha$ : 0,464) foi absorvida e 53,6% ( $\alpha$ : 0,536) foi refletida.

No entanto, para avaliar os efeitos que os raios solares causam as placas recicladas, foram medidos os percentuais dos comprimento de onda (Quadro 5).

Os raios UV são os responsáveis de forma geral, pela degradação dos materiais e os raios IV, pelo calor (CUNHA, 2011).

Quadro 5 – Absortância e refletância de placas recicladas por comprimento de onda.

Raios solares	Absortância	Refletância
UV	72%	8%
VIS	54%	46%
IV	36%	64%

Fonte: CUNHA, 2011.

Os resultados dos ensaios demonstram que o fato da absorção aos raios UV serem maiores (72%) do que a refletância (28%) pode, a princípio, indicar fragilidade da placa reciclada à exposição em áreas externas. Porém, para se certificar quanto aos efeitos à placa, Cunha (2011) realizou os ensaios de envelhecimento acelerado com

exposição à UV e umidade, complementando com o ensaio de DMA [Ensaio Dinâmico-Mecânica – Transição Vítreia (DMA Tg)].

Com os resultados, foi possível verificar que o material não sofreu degradação significativa, apresentando evidências somente em seus aspectos visuais, que se tornaram mais opacos e enrijecidos (perda de flexibilidade). A integridade do material não foi alterada, isso foi visível com a ajuda de um microscópio (CUNHA, 2011).

Com relação ao IV (Quadro 5), percebe-se que a porcentagem de refletância é maior (64%) do que a absorptância (36%). Isso indica que as placas podem funcionar como barreiras para o calor (CUNHA, 2011).

Peralta (2006) realizou o mesmo ensaio de refletância e absorptância para comparar diferentes materiais de cobertura, demonstrado no Quadro 6.

Quadro 6 – Absortância e refletância obtida para as amostras de materiais.

Material	Absortância			Refletância		
	UV	VIS	IV	UV	VIS	IV
Aço (com pintura branca)	91%	40%	28%	9%	60%	72%
Cerâmica	92%	71%	40%	8%	29%	60%
Material reciclado (embalagem longa vida)	82%	66%	45%	18%	34%	55%
Aço	67%	65%	65%	33%	35%	35%
Fibrocimento	81%	68%	68%	19%	32%	32%

Fonte: PERALTA, 2006 adaptado pela AUTORA, 2016.

Cores claras e materiais metálicos costumam apresentar valores elevados de refletância dos raios solares (PERALTA, 2006).

A telha cerâmica apresenta uma baixa absorptância (40%) de IV, o que comprova porque esta telha não transmite muito calor para o ambiente interno. E o material reciclado apresenta um valor aproximado (45%), o que influencia positivamente em seu desempenho térmico.

Sabe-se que a parcela de UV que se transforma em calor, também contribui com a degradação do material, portanto, o material reciclado (82%) apresentou menor valor de absorptância em relação à telha cerâmica (92%).

Com relação à propriedade de condutividade térmica e calor específico, a Tabela 1 indica os valores dos materiais comumente utilizados para coberturas. E Cunha (2011) realizou ensaios para determinar as mesmas propriedades para as placas recicladas.



A condutividade térmica é a capacidade de transferir calor e o calor específico, refere-se a capacidade de armazenar calor. Importantes propriedades físicas para a seleção de um material. [...] baixos valores de condutividade térmica são exigidos, quando se pretende minimizar as perdas de calor (SANTOS, 2002 apud CUNHA, 2011).

Tabela 1 – Densidade de massa aparente, condutividade térmica e calor específico.

Tipo de material	Densidade (kg/m <sup>3</sup> )	Condutividade térmica (W/(m.k))	Calor específico (kJ/(kg.k))
Telha de barro	1000-1300	0,70	0,92
Telha reciclada	934*	0,80*	0,93*
Telha de fibrocimento	1800-2200	0,95	0,84

Fonte: ABNT NBR 15220 – 2, 2005; \*CUNHA, 2011 adaptado pela AUTORA, 2016.

Entre os valores de condutividade térmica, demonstrados na Tabela 1, a placa apresenta um resultado favorável [0,80 W/(m.k)] quando comparado com o de fibrocimento [0,95 W/(m.k)]. Esses dados indicam que as placas recicladas de embalagens longa vida podem ser favoráveis no desempenho de proteção da condução do calor.

Contudo, a partir destas análises, a telha reciclada de embalagens longa vida demonstrou-se possuir vantagens superiores quando comparadas a outros materiais. E ainda, é durável, com expectativa de vida útil de no mínimo 30 anos; proporciona a redução da temperatura, pois reflete significativamente os raios solares; gera economia na troca das telhas, pois não ocorre degradação significativa ao longo do tempo; resistência a chuvas de granizos; pisoteio; não danifica ao serem transportadas e fixadas com parafusos ou pregos; custo aproximado aos de telhas de fibrocimento (ECOPLEX, 2016).

Há a possibilidade de retornar ao seu ciclo de vida, acrescentando-a na composição de uma nova telha; durante o processo de fabricação das telhas não são gerados resíduos tóxicos; as telhas foram fabricadas unicamente com a utilização de resíduos sólidos, evitando que estes sejam descartados diretamente nos aterros sanitários (NICARETTA *et al.*, 2010).

A destinação das embalagens longa vida a reciclagem, envolve um longo caminho, desde a coleta seletiva, cooperativa de catadores, fábricas de papéis.

Estas etapas incluem-se no ciclo de vida do material e este surgiu para orientar o processo de análise dos impactos ambientais. As embalagens, também fazem parte do



processo de logística reversa, no qual, é outra forma de visualizar o caminho percorrido desses materiais, ou de forma mais abrangente, pelas matérias-primas (CUNHA, 2011).

Fluir no sentido reverso busca o resgate dos materiais descartados, seja na reutilização, seja na reciclagem. O objetivo é administrar de forma organizada e eficiente os materiais pós-consumo, para reciclagem e redimensionamento para o mercado (CUNHA, 2011).

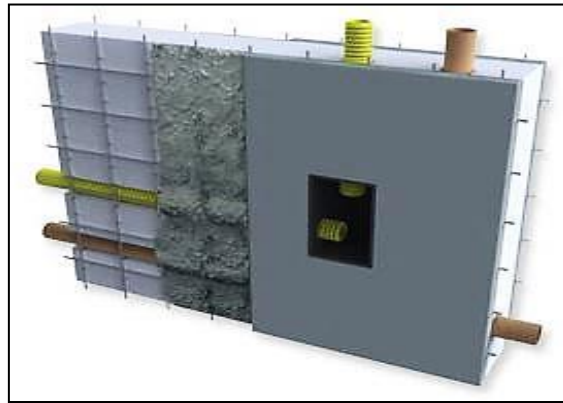
Além da cobertura de habitações, as vedações de paredes, também compõem grande parte das obras. Os tijolos cerâmicos, em função do seu bom desempenho, economia e durabilidade, aliada às estruturas de concreto armado, representam um grande percentual das construções executados, em nosso país (BERTOLDI, 2007).

Apesar da existência de normas e do domínio dos processos de fabricação, a coloração e as dimensões dos tijolos, dependem, principalmente, do tipo de argila utilizada e do processo de queima no forno. Observa-se em função disto, uma variedade bastante grande de produtos e muitos deles, com qualidade comprometida e que muitas vezes não são levadas em consideração, provocando consequências às vedações executadas com estes elementos (BERTOLDI, 2007, p. 68).

Diante deste contexto, o estudo identificou-se um sistema construtivo, cuja técnica de configuração consiste em um núcleo de EPS (poliestireno expandido) entre duas malhas de tela de aço eletro-soldadas em cada lado, posteriormente, são abertos os caminhos no painel para serem colocadas as instalações elétricas e hidráulicas, em seguida, aplicam-se camadas de micro concreto, argamassa e opcionalmente, aplicação de azulejos, de acordo com a Figura 5.

O sistema é conhecido como painéis auto-portantes de EPS, no qual, caracterizam-se por adequar-se ao clima da região, tendo em vista as suas excelentes propriedades isolantes que contribuem para o conforto térmico. Também, oferecem vantagens quanto à durabilidade, baixo custo e minimização na geração de impacto ambiental.

Figura 5 – Etapas de construção do sistema de painéis modulares de EPS.



Fonte: TERMOTÉCNICA, 2010.

Os painéis pré-moldados de EPS apresentam resultados dentro dos valores mínimos exigidos pelas NBR's, como por exemplo, nos requisitos em análises do sistema construtivo (NBR 15575/2008 - Edifícios Habitacionais de até Cinco Pavimentos), no qual, atende ao desempenho mínimo nas 8 zonas bioclimáticas; na resistência ao fogo (NBR 5628/2001) e no desempenho sonoro, a partir de ensaios e testes realizados pelo IPT (TERMOTÉCNICA, 2010).

As características físicas e de alta resistência mecânica relacionada com baixo coeficiente de condutividade térmica (0,030 a 0,034 w/m °C) e baixo índice de absorção de água, constitui-se num excelente material para o isolamento térmico, que permite uma eficiência no isolamento dos ambientes, reduzindo ou eliminando o uso de climatizadores e reduzindo os gastos anuais com energia elétrica. Ainda disso, torna-se um bom isolante acústico (TESSARI, 2006, p. 112).

O sistema construtivo é projetado exatamente de acordo com as dimensões da habitação, não resultando em desperdícios de material, além disso, os painéis são leves, o que facilita no transporte e fixação, podendo prevenir a geração de resíduos. Menor custo final; economia nas fundações (tipo *Radier*); da utilização de madeira e do tempo de execução da obra.

Como foi proposto inicialmente por este estudo, a seguir serão apresentados os levantamentos dos custos de compra dos materiais alternativos para a substituição dos convencionais.

O condomínio Jardim dos Ipês foi inaugurado com a cobertura de telhas cerâmicas, no qual, custou R\$ 995.888,08. A substituição da cobertura convencional pela alternativa de cobertura de telhas recicladas de embalagens longa vida, custaria R\$ 864.053,00.



Quando comparado os custos dos dois materiais, o orçamento das telhas recicladas custaria R\$ 131.835,00 a menos que as telhas de cerâmicas.

Em seguida, foram analisados os valores dos materiais de vedação de paredes.

As atuais unidades habitacionais são constituídas de alvenaria com tijolos cerâmicos que custaram R\$ 1.729.989,61. Em relação ao custo da compra do sistema de painéis pré-moldados de EPS, custaria R\$ 1.506.573,36.

A partir deste levantamento, a alternativa de paredes de painéis de EPS reduziria R\$ 223.416,25 no custo total da alvenaria quanto comparado a convencional.

Logo, com base no valor da redução de custo (R\$ 223.416,25) com a substituição pela compra do sistema construtivo de EPS, conclua-se que a partir deste valor, poderiam ser construídas 14 unidades habitacionais a mais, no qual, acomodariam, no máximo 4 pessoas, totalizando 57 residentes que ocupariam as novas unidades.

Após a estimativa orçamentária, a proposta de unidades com a adoção de materiais alternativos ambientalmente corretos foi submetida à avaliação da certificação Selo Casa Azul. Na verificação dos 53 critérios, visou-se identificar quais destes poderiam ser atendidos adequadamente.

Utilizou-se o manual do Selo da CEF como meio de embasamento durante todo o processo de estudo dos critérios.

Conforme a verificação, o conjunto habitacional Jardim dos Ipês, em sua nova configuração, atenderia aos 19 critérios obrigatórios e, não 6, mas, 7 critérios de livre escolha, alcançando o nível de gradação do Selo Casa Azul nível Prata.

O valor final da construção convencional do condomínio Jardim dos Ipês foi de R\$ 6.949.125,38 (incluindo os custos de limpeza e fechamento do terreno, ferramentas, postes de energia elétrica, pavimentação, fossa séptica, canalização, asfalto, etc.). Em relação, ao custo de construção de um conjunto habitacional com a implantação de materiais alternativos, a obra atingiria o valor de R\$ 6.883.684,06, refletindo em uma redução estimada em R\$ 65.441,32 comparado ao custo da obra convencional.

Ressalta-se que para a mensuração dos custos de unidades com o Selo Casa Azul, não se considerou os valores de mão de obra para a instalação dos materiais de caráter sustentável.

O orçamento da obra com o Selo Casa Azul nível Prata, incluiria o valor de R\$ 2.000,00 para a confecção de folders, banners e cartilhas explicativas.



Estes materiais fazem parte do atendimento aos critérios obrigatórios: educação para a gestão de resíduos de construção e Educação Ambiental dos funcionários (categoria Práticas Sociais). As atividades realizadas através da divulgação desses materiais discutir-se-iam questões sobre impactos ambientais, desperdícios de recursos naturais e outros temas, como meio de sensibilizar o público alvo.

Além disso, os moradores do condomínio receberiam o manual do proprietário, com o objetivo de prestar informações e orientar os moradores quanto ao uso e à manutenção adequada do imóvel, bem como abordaria os aspectos de sustentabilidade previstos no projeto, de acordo com o critério obrigatório: orientação aos moradores (categoria Práticas Sociais).

Para o cumprimento dos requisitos de alguns critérios atendidos da certificação da CEF, ocorreria à adoção de demais sistemas e dispositivos eficientes como: sistema de captação da água chuva e o sistema de aquecimento solar com tubos a vácuo, além de arejadores de fluxo de água em torneiras; lâmpadas LED.

O critério obrigatório Gestão de Resíduos de Construção e Demolição, na categoria Conservação de Recursos Materiais, exigia a elaboração de um Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PGRCC, visando cumprir a obrigatoriedade exposta na Resolução do CONAMA nº 307/2002, em seu art. 8º, no qual, os planos: “serão elaborados e implementados pelos grandes geradores, visando o manejo e destinação adequados dos resíduos” (BRASIL, 2002, p.5).

Ressalta-se que devem ser incluídas as demolições e reformas de imóveis, pois, também contribuem para uma enorme geração de resíduos sólidos.

O PGRCC estabelece diretrizes que incluem a caracterização, triagem, acondicionamento, transporte e destinação dos resíduos sólidos onde a empresa construtora deverá dispor de um profissional qualificado para ministrar cursos de capacitação dos funcionários diretos no canteiro de obras, acompanhando de forma efetiva toda a execução da obra. A capacitação pode ocorrer por meio de cursos periódicos com cartilhas ilustrativas ou banners, etc., distribuídos no canteiro para que, inicialmente, os resíduos sejam classificados e segregados de maneira correta para serem destinados aos seus fins legais.

De acordo com a Resolução nº 307/2002, em seu art. 4º, este alterado pela Resolução nº 448/2012: “Os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem, o



tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (BRASIL, 2012, p.4).

O principal objetivo do PGRCD é tornar contínua a sensibilização de todos os envolvidos, visto que os problemas com descarte de resíduos em locais inadequados resultam em risco a saúde humana e danos às áreas naturais como a obstrução de boca de lobos, sedimentação de lagos, rios, proliferação de insetos e outras.

O Quadro 7 apresenta a planilha contendo os 53 critérios e os itens atendidos do Selo que levaram a gradação a nível Prata.

Quadro 7 – Atendimento dos critérios selecionados do Selo Casa Azul.

QUADRO RESUMO - CATEGORIAS, CRITÉRIOS E CLASSIFICAÇÃO		
Nome do empreendimento: Condomínio Jardim dos Ipês		
Quantidade de unidades: 112		
Local: Forquilha, SC		
Nível obtido: Prata		
CATEGORIAS	CLASSIFICAÇÃO	
1 QUALIDADE URBANA	Avaliação	Crítérios atendidos
1.1 Qualidade do entorno – Infraestrutura	obrigatório	atendido
1.2 Qualidade do entorno – Impactos	obrigatório	atendido
1.3 Melhorias no entorno	livre escolha	
1.4 Recuperação de áreas degradadas	livre escolha	
1.5 Reabilitação de imóveis	livre escolha	
2 PROJETO E CONFORTO		
2.1 Paisagismo	obrigatório	atendido
2.2 Flexibilidade de projeto	livre escolha	atendido
2.3 Relação com a vizinhança	livre escolha	
2.4 Solução alternativa de transporte	livre escolha	
2.5 Local para coleta seletiva	obrigatório	atendido
2.6 Equipamentos de lazer, sociais e esportivos	obrigatório	atendido
2.7 Desempenho térmico –Vedações	obrigatório	atendido
2.8 Desempenho térmico – Orientações ao Sol e Ventos	obrigatório	atendido
2.9 Iluminação natural de áreas comuns	livre escolha	
2.10 Ventilação e iluminação natural de banheiros	livre escolha	atendido
2.11 Adequação às condições físicas do terreno	livre escolha	
3 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA		
3.1 Lâmpadas de baixo consumo – Áreas privativas	obrigatório p/ HIS até 3 s.m	atendido
3.2 Dispositivos economizadores – Áreas comuns	obrigatório	atendido
3.3 Sistema de aquecimento solar	livre escolha	atendido
3.4 Sistema de aquecimento á gás	livre escolha	
3.5 Medição individualizada - Gás	obrigatório	atendido
3.6 Elevadores eficientes	livre escolha	
3.7 Eletrodomésticos eficientes	livre escolha	
3.8 Fontes alternativas de energia	livre escolha	
4 CONSERVAÇÃO DE RECURSOS MATERIAIS		
4.1 Coordenação modular	livre escolha	
4.2 Qualidade de materiais e componentes	obrigatório	atendido



4.3 Componentes industrializados ou pré- fabricados	livre escolha	atendido
4.4 Formas e escoras reutilizáveis	obrigatório	atendido
4.5 Gestão de resíduos de construção e demolição	obrigatório	atendido
4.6 Concreto com dosagem otimizada	livre escolha	
4.7 Cimento de alto-forno (CPIII) e Pozolânico (CPIV)	livre escolha	
4.8 Pavimentação com RCD	livre escolha	
4.9 Facilidade de manutenção da fachada	livre escolha	
4.10 Madeira plantada ou certificada	livre escolha	atendido
<b>5 GESTÃO DA ÁGUA</b>		
5.1 Medição individualizada - Água	obrigatório	atendido
5.2 Dispositivos economizadores – Sistema de descarga	obrigatório	atendido
5.3 Dispositivos economizadores – Arejadores	livre escolha	atendido
5.4 Dispositivos economizadores – Registro de vazão	livre escolha	
5.5 Aproveitamento de águas pluviais	livre escolha	atendido
5.6 Retenção de águas pluviais	livre escolha	
5.7 Infiltração de águas pluviais	livre escolha	
5.8 Áreas permeáveis	obrigatório	(Continuação) atendido
<b>CATEGORIAS</b>		<b>CLASSIFICAÇÃO</b> (Continua)
<b>6 PRÁTICAS SOCIAIS</b>		
6.1 Educação para gestão de RCD	obrigatório	atendido
6.2 Educação Ambiental dos empregados	obrigatório	atendido
6.3 Desenvolvimento pessoal dos empregados		
6.4 Capacitação profissional dos empregados		
6.5 Inclusão de trabalhadores locais		
6.6 Participação da comunidade na elaboração do projeto		
6.7 Orientação aos moradores	obrigatório	atendido
6.8 Educação Ambiental dos moradores		
6.9 Capacitação para gestão do empreendimento		
6.10 Ações para mitigação de riscos sociais		
6.11 Ações para geração de empregos e renda		

Fonte: CEF, 2010 adaptado pela AUTORA, 2016.

## 4 DISCUSSÃO

Os benefícios adquiridos ao atender os critérios do Selo Casa Azul são muitos. Tornou-se claro que os critérios em sua maioria são indispensáveis e de fácil execução, caso o projeto tenha por finalidade se adequar a um padrão sustentável.

Existe hoje uma necessidade eminente de adequação de projetos residenciais a sustentabilidade, que visem diretamente à preservação dos recursos naturais. O Selo Casa Azul apresenta critérios fáceis de serem atendidos em sua maioria e eficazes em suas propostas. Os critérios do Selo Casa Azul se atendidos adequadamente, promovem um bom desempenho ambiental do conjunto.

No estudo de caso, alguns critérios não são destinados para casas populares como, por exemplo, a existências de retenção e infiltração de água pluvial ou instalação de elevadores eficientes. Já outros critérios, não adequaram-se ao local de implantação



do loteamento como, por exemplo, melhorias do entorno, solução alternativa de transporte ou adequação às condições físicas do terreno.

É importante ressaltar que na categoria de Práticas Sociais não foram selecionados critérios de livre, pois se levou em conta que para o cumprimento, por exemplo, do critério Educação Ambiental dos moradores, exigiria uma demanda de recursos de materiais, pessoal e financeiro, além de logística para alocar os envolvidos neste processo. Ainda, a construtora deveria destinar um profissional somente para o processo de sensibilização e capacitação. Também, entende-se que somente o atendimento dos critérios obrigatórios contribui para a iniciação do processo de práticas de gerenciamento de RCD e Educação Ambiental.

Contudo, para a seleção dos critérios de livre escolha da categoria de práticas sociais, a construtora interessada em adquirir o Selo da CEF deverá considerar tais ações relevantes sobre o ponto de vista ambiental, principalmente, quanto a mesma tem como missão preservar e conservar o meio ambiente, inicialmente, por meio de orientação da população quanto aos impactos ambientais a partir das ações destes e também, das próprias atividades da empresa.

## 5 CONCLUSÃO

As questões relacionadas aos impactos ambientais oriundos das atividades do setor da construção civil levou a idealização deste trabalho. A indústria da construção civil tem importante papel na economia local como a geração de emprego, renda, bem como na produção de infraestruturas para a população.

Os materiais propostos foram selecionados de acordo com as suas características técnicas, que visam o maior desempenho ambiental das unidades. O custo final estimado da implantação de um conjunto habitacional com Selo Casa Azul nível Prata reduziria R\$ 65.441,32, comparado ao custo da obra convencional.

A instalação de painéis pré-moldados de EPS reduz o tempo de conclusão das obras, impulsiona a limpeza e organização dos canteiros de obras, facilmente manuseável, reduz significativamente o custo de fundação e estima-se a durabilidade equivalente de uma obra convencional de tijolos. Proporciona isolamento térmico e acústico, este, no qual, é um benefício fundamental para casas do tipo geminadas, porque oferece privacidade.



A telha reciclada de embalagens de longa vida tem vida útil de no mínimo 30 anos e para a sua fabricação, utilizam-se resíduos de embalagens que poderiam ser aterradas em aterros sanitários. Também, contribui para a coleta seletiva, no qual, as cooperativas de catadores vendem este material para as indústrias papeleiras. O ciclo de vida do mesmo foi pensado para o aproveitamento total e permanente da matéria-prima. A característica da aparência metalizada aumenta reflexão de boa parte dos raios solares, favorecendo o conforto térmico.

Os materiais de construção propostos são alternativas que existem no mercado há bastante tempo e apresentam custos inferiores que os convencionais. Porém, em razão da cultura local, o processo de aceitação torna-se dificultoso por parte da população e de empresas construtoras para a adoção dos mesmos. Este desinteresse pode ser justificado, em razão da estética das telhas recicladas (metálica) e também, por não dispor de fornecedores na região de Criciúma, para estas e os painéis de EPS.

Entretanto, tais materiais foram determinados, levando em conta que, no momento que houver o conhecimento dos benefícios dos mesmos, por parte de construtoras licenciadas para construir conjuntos de habitações de interesse social, poderá haver a demanda destes produtos destinados para a região, possibilitando que se tornem um modelo construtivo. Despertará o interesse dos fornecedores em expandir o seu comércio local e regional, disseminando as vantagens do uso.

No decorrer do atendimento dos critérios da certificação, ocorreu a implantação de outros dispositivos de caráter sustentável, como: o sistema de captação da água pluvial; sistema de aquecimento solar de água do chuveiro; uso de lâmpadas LED; uso de arejadores de fluxo de água nas torneiras. Estas medidas, além de reduzir as despesas mensais dos residentes, promove a sensibilização de moradores e construtoras, contribuindo para o uso racional de recursos naturais.

A aplicabilidade do Selo Casa Azul, demonstrou-se de fácil compreensão e viável, no qual, possibilita a empresa optar em atender mais critérios de livre escolha. A região de Criciúma não possui obras certificadas, o que pode indicar, além do desinteresse das construtoras, a ausência por parte da CEF em apresentar as mesmas, as diretrizes e os benefícios ambientais e econômicos resultantes, a partir de exemplos de obras certificadas no país.

O Engenheiro Ambiental ou Engenheiro Ambiental e Sanitarista tem formação multidisciplinar no que diz respeito ao estudo prévio dos fatores ambientais de risco da



futura área, bem como no ponto de vista da vulnerabilidade social, pois, tem competência para minimizar os conflitos sociais, também, facilidade na comunicação com outros profissionais. E contempla da técnica em estimar custos e prazos de projetos para diferentes finalidades.

Observou-se que através do estudo é possível construir uma habitação social ambientalmente correta, socialmente justa e economicamente viável desde que as empresas construtoras tenham o conhecimento quanto às certificações que dão diretrizes para alcançar estas metas. Além disso, os profissionais como os engenheiros, arquitetos urbanistas e os demais, podem e devem trabalhar juntamente para discutir conceitos de sustentabilidade, soluções e alternativas para a redução de impactos ambientais e custos, além de encontrar meios para a aceitação das novas medidas sustentáveis nos aspectos sociais e culturais.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15220:** Desempenho térmico de edificações – Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 307, de 5 de junho de 2002.** “Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.” Brasília/DF, 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 16 abr. 2016.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 448, de 18 de janeiro de 2012.** “Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10, 11 da Resolução no 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA”. Brasília/DF, 2012. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=672>>. Acesso em: 16 abr. 2016.

CEMPRE. Compromisso Empresarial para Reciclagem. **Embalagens longa vida.** Fichas técnicas. 2016. Disponível em: <<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/9/embalagens-longa-vida>>. Acesso em: 24 abr. 2016.

CERQUEIRA, Mário Henrique de. **Placas e telhas produzidas a partir da reciclagem do polietileno/alumínio presentes nas embalagens TetraPak.** Artigos Técnicos, Tetra Pak, 2003. Disponível em: <<http://cempre.org.br/download.php?arq=b18xOTVhN2d0MjAxdWwwMW51YW5tYjFmZGhtNnZhLnppcA==>>. Acesso em: 15 mar. 2016.



CUNHA, Érica C. **Placas recicladas de embalagens longa vida: caracterização, design e propostas projetuais.** São Carlos, 2011. 261 f. Escola de Engenharia São Carlos - Universidade de São Paulo – USP. Doutorado – Arquitetura e Urbanismo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18141/tde-08052012-093150/pt-br.php>>. Acesso em: 24 abr. 2016.

ECOPLEX. Materiais Ecológicos. **Telha Ecológica Tetra Pak.** 2016. Disponível em: <<http://www.ecopex.com.br/telhas-e-placas/telha-ecologica-tetra-pak/>>. Acesso em: 7 mar. 2016.

FERNANDES, Bruna M. B. et al. Habitação de interesse social em Criciúma – SC: análise comparativa de estudos de caso. **Anais...** 3 Seminário Nacional de Construções Sustentáveis. Passo Fundo/RS, nov. 2014. Disponível em: <[https://www.imed.edu.br/Uploads/Habita%C3%A7%C3%A3o%20de%20interesse%20social%20em%20Crici%C3%BAma%20SC\\_an%C3%A1lise%20comparativa%20de%20estudos%20de%20caso.pdf](https://www.imed.edu.br/Uploads/Habita%C3%A7%C3%A3o%20de%20interesse%20social%20em%20Crici%C3%BAma%20SC_an%C3%A1lise%20comparativa%20de%20estudos%20de%20caso.pdf)>. Acesso em: 18 mar. 2016.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geociências.** 2010. Disponível em: <[http://downloads.ibge.gov.br/downloads\\_geociencias.htm](http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm)>. Acesso em: 10 mai. 2016.

IPT. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Relatório de ensaio nº 890 824:** Determinação de propriedades físicas em amostras de plástico. 2001. Disponível em: <<http://www.ibaplac.com.br/ptbr/certificados.php>>. Acesso em: 15 mai. 2016.

LAMEM. LABORATÓRIO DE MADEIRAS E DE ESTRUTURAS DE MADEIRA. **Relatório técnico:** Ensaio em chapas e telhas de material reciclado. 2001. Disponível em: <<http://www.ibaplac.com.br/ptbr/certificados.php>>. Acesso em: 15 mai. 2016.

NICARETTA, Francielle et al. Produção de telhas a partir da reutilização de embalagens Tetra Pak e tubos de pasta dental. **Anais...** 26 Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2010. Disponível em: <<http://www.cabo.pe.gov.br/pners/CONTE%C3%9ADO%20DIGITAL/RECICLAGEM/PRODU%C3%87%C3%83O%20TELHAS%20TETRA%20PAK%20E%20TUBOS%20DE%20PASTA.pdf>>. Acesso em: 19 mai. 2016.

PERALTA, Gizela. **Desempenho térmico de telhas:** análise de monitoramento e normalização específica. São Carlos, 2006. 131 f. Dissertação de Mestrado – Arquitetura e Urbanismo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18141/tde-16042007-154420/pt-br.php>>. Acesso em: 16 abr. 2016.

PMF. PREFEITURA MUNICIPAL DE FORQUILHINHA. **Município.** 2016. Disponível em: <<http://forquilha.sc.gov.br/municipio/index/codMapaltem/5691>>. Acesso em: 21 abr. 2016.

SILVA, Roberto C. da. **Proposta de melhorias para a fase de projetos de edificações públicas sob o foco da sustentabilidade ambiental:** estudo de caso de um edifício de uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES) de acordo com o sistema de certificação LEED. Universidade Federal do Paraná. Curitiba: 2012, 174 f. Dissertação de



Mestrado - Engenharia de Construção Civil. Disponível em:  
<<http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/28321/R%20-%20D%20-%20ROBERTO%20CALDEIRA%20DA%20SILVA.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 19 mar. 2016.

TERMOTÉCNICA. **Sistemas Construtivos Monoforte**. São Paulo, 2010. Disponível em:  
<<http://www.termotecnica.ind.br/construcao-civil/monoforte/>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

TESSARI, Janaina. **Utilização de poliestireno expandido e potencial de aproveitamento de seus resíduos na construção civil**. 2006. 102 f. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Dissertação de mestrado – Engenharia Civil. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/88811/234096.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 26 abr. 2016.

## Trabalho Completo de Pesquisa

### 13089 - AVALIAÇÃO DE MÉTODOS DE ESPACIALIZAÇÃO DA CHUVA MÁXIMA NO ESTADO DE SANTA CATARINA

Luana Pasini Miguel<sup>1</sup>, Álvaro José Back<sup>2</sup>, Gustavo José Deibler Zambrano<sup>3</sup>; Nilzo Ivo Ladwig<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Bolsista PIBIC CNPq, email: luanapasini1@gmail.com;

<sup>2</sup>Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), Professor do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Unesc (PPGCA), email: ajb@unesc.net;

<sup>3</sup>Professor do Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária da Unesc, email:gdz@unesc.net;

<sup>4</sup>Professor do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Unesc (PPGCA), email: ladwig@unesc.net.

**Resumo:** A chuva extrema é uma variável hidrológica de interesse principalmente para a área de engenharia, uma vez que é utilizada no dimensionamento de obras relacionadas ao escoamento superficial. Este trabalho teve como objetivo avaliar dois métodos de estimativa da precipitação máxima média por município catarinense. Foram usados os dados de precipitação máxima anual de 180 estações pluviométricas do estado, e por meio da distribuição de Gumbel-Chow foram determinados os valores de precipitação máxima com período de retorno de 2, 5, 10, 20, 25, 50 e 100 anos. Empregando técnicas de geoprocessamento utilizando o programa ArcGIS<sup>®</sup> foram gerados os mapas de chuva máxima, da média, do desvio padrão, dos parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$  da distribuição de Gumbel. Numa segunda etapa foram estimados, os valores de precipitação máxima por meio da distribuição de extremos usando dois métodos. No método 1 (M1) foram usados os parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$  obtidos da interpolação na etapa anterior e no método 2 (M2) os parâmetros  $\alpha^*$  e  $\beta^*$  foram calculados pelo método original de Gumbel usando a média e desvio padrão obtidos na primeira etapa. Os resultados mostraram o método 1 apresenta menores valores de erro padrão de estimativa, erro médio e erro sistemático, no entanto erro máximo ligeiramente superior. Considerando que ambos métodos apresentaram índice de desempenho acima de 0,99, classificado como “ótimo”, e que o erro padrão de estimativa é inferior a 5% do valor médio, pode-se concluir que ambos os métodos podem ser empregados na caracterização da chuva máxima.

**Palavras-chave:** Precipitação, probabilidade, interpolação, geoespacialização.

## INTRODUÇÃO

A chuva é um elemento meteorológico que interfere em diversas atividades como agricultura, atividades industriais, no comércio, nas atividades sociais, e dessa forma é importante conhecer as características da precipitação de um determinado local. A chuva é um dos elementos meteorológicos que apresentam maior variação temporal e



espacial, dessa forma na sua caracterização deve-se determinar além dos valores médios, também os valores extremos.

A chuva extrema pode causar problemas de alagamento, inundação, provocar deslizamento ou escorregamento de taludes, erosão de solos agrícolas e estradas (Cetesb, 1986). Por isso é de interesse para defesa civil e principalmente dos engenheiros encarregados do dimensionamento de obras para evitar os danos decorrentes da chuva excessiva.

Na estimativa da chuva máxima normalmente utiliza-se uma série histórica de registros de precipitação observada em um posto pluviométrico, e a partir desta série, estima-se a chuva máxima associada a um determinado risco de ocorrência. A distribuição de Gumbel tem tido grande aplicação para o estudo de eventos extremos, e é utilizada de forma generalizada nos trabalhos de chuvas intensas. Vários trabalhos mostram que a distribuição de Gumbel se ajusta bem as séries de máximas anuais de precipitação (Clarke, 1994; Pinto, 1995; Back, 2001; Beijo *et al.*, 2003; Ferreira *et al.*, 2005; Mello e Silva, 2005; Sansigolo, 2008; Hartmann *et al.*, 2011).

Essa estimativa pontual é utilizada como representativa da região próxima. Em vários municípios catarinenses existe mais de um posto pluviométrico, porém em muitos inexistem essas informações. Uma forma de caracterizar a chuva máxima é espacializar estas informações na forma de mapas.

Machado *et al.* (2011) afirmam que para geração de mapas que representem a variabilidade espacial da precipitação em uma bacia hidrográfica, é necessária a interpolação dos dados pontuais obtidos por meio de pluviômetros ou pluviógrafos contemplados em uma rede pluviométrica. A abordagem geoespacial, além da espacialização e interpolação dos dados, permite obter os valores característicos para determinada unidade do território, como o valor médio para um determinado município.

Na estimativa da precipitação máxima, pode-se dessa forma regionalizar o valor da precipitação máxima com determinado nível de probabilidade, ou ainda regionalizar os parâmetros da distribuição estatística que represente estes dados, e com este dado estimar ao valor da chuva provável. O objetivo deste estudo é avaliar diferentes métodos de espacialização da precipitação máxima anual associada a níveis de probabilidade.

## **METODOLOGIA**

Neste trabalho foram usados os dados resultantes do trabalho de Back (2013) que analisou os dados das estações pluviométricas localizadas no Estado de Santa Catarina (ANA, 2009). Do total de 197 estações usadas por Back (2013) foram selecionadas 180 estações pluviométricas com série de dados superior a 15 anos, excluindo as estações que não tinham as séries atualizadas. Na Figura 1 consta a localização das estações pluviométricas usadas no estudo.

Para cada estação foi determinada a média e desvio padrão da série de chuva máxima anual com duração de um dia. A estimativa da chuva máxima com período de retorno de 2 a 100 anos foi estimada por meio da distribuição de Gumbel-Chow (Back, 2013). Pela distribuição de Gumbel, a probabilidade (P) de ocorrer no futuro um evento igual ou maior que X é dado por:

$$P[X > x] = 1 - e^{-e^{-\alpha(X-\beta)}} \quad (1)$$

onde:  $\alpha$  é o parâmetro de escala (desvio padrão da distribuição de Gumbel);

$\beta$  é o parâmetro de posição (Moda) da distribuição Gumbel.

Os parâmetros do modelo podem ser estimados conforme:

$$\alpha = \frac{S_n}{S} \quad (2)$$

$$\beta = \bar{x} - \frac{Y_n}{\alpha} \quad (3)$$

Em que:  $\bar{x}$  é a média dos valores observados de X;

S é o desvio padrão dos valores observados de X;

$Y_n$ ,  $S_n$  são, respectivamente, a média e o desvio padrão da variável reduzida y, tabelados em função do número de valores da série de dados (Back, 2013).

Dessa forma a precipitação extrema com período de retorno T ( $X_T$ ) pode ser estimada pela equação abaixo:

$$X_T = \beta + \frac{Y}{\alpha} \quad (4)$$

A variável reduzida Y é estimada por:

$$Y = -\ln \left\{ -\ln \left[ 1 - \left( \frac{1}{T} \right) \right] \right\} \quad (5)$$

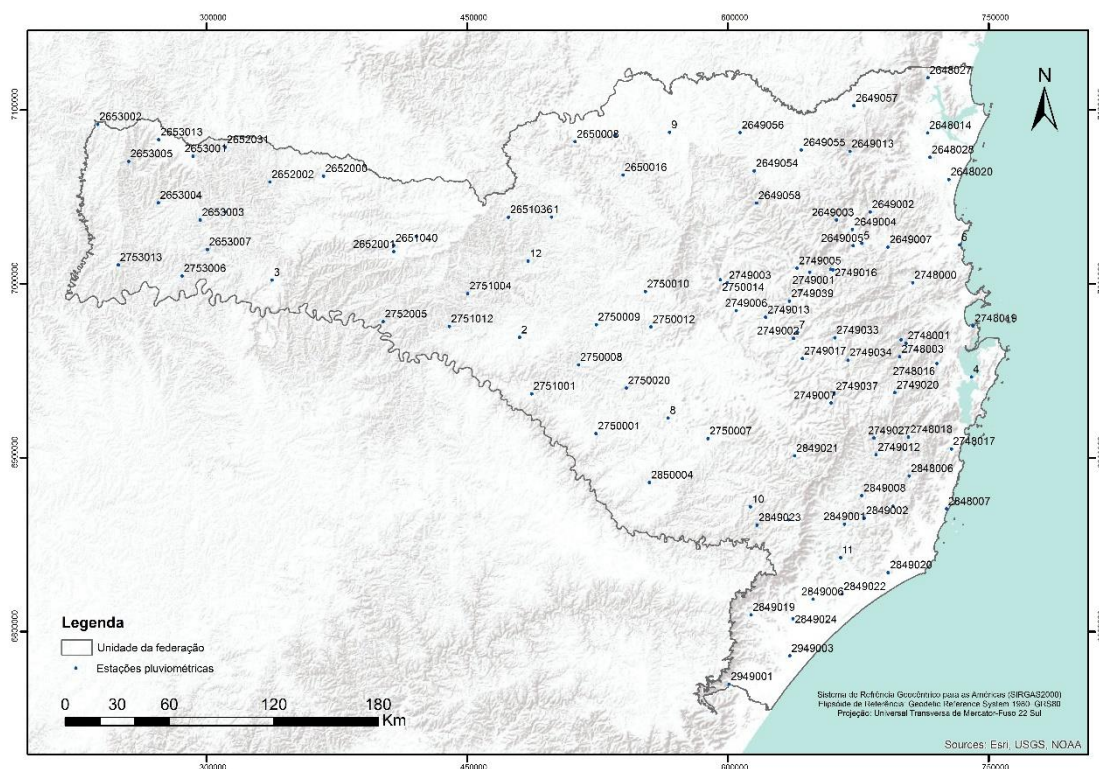


Figura 1. Localização das estações pluviométricas usadas no estudo

A aderência das séries de máximas anuais às distribuições de probabilidade ajustadas foi confirmada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov adotando o nível de significância de 5 % (Kite, 1978).

Todas as abordagens envolveram parcialmente dados geoespaciais, tabelas de informação, e Sistemas de Informação Geográfica para integração e manipulação de uma base de dados. Tal enfoque incidiu na edição dos atributos vetoriais e matrizes, infundindo, agregando e potencializando a informação em geoinformação. Desta forma os dados foram coletados, sistematizados e espacializados a partir de técnicas de

geoprocessamento utilizando o programa ArcGIS®, constituindo um sistema de informação geográfica – SIG. Os produtos cartográficos foram trabalhados no ambiente computacional, usando como sistema de referencia a projeção Universal Transversa de Mercator – UTM, fuso 22S e datum horizontal SIRGAS 2000.

Diante da inclusão geoespacial das estações pluviométricas, procedeu-se inicialmente as análises exploratória dos dados para identificação de valores discrepantes e eventuais ponderações quanto sua utilização. O estudo variográfico foi realizado objetivando a verificação de uma estrutura de dependência espacial, caracterizando o semivariograma experimental de cada valor modelado. Desta forma os ajustes dos modelos levaram em consideração distribuições Esféricas e Exponenciais, ponderações de cinco a dois vizinhos com setores de busca ajustados em 45° em quatro setores radiais.

Na primeira etapa do trabalho foram obtidos, para cada um dos 295 municípios do estado de Santa Catarina os valores médios de precipitação máxima com período de retorno de 2, 5, 10, 20, 25, 50 e 100 anos e também com o valor da média e desvio padrão e dos parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$  da distribuição de extremos tipo I.

Numa segunda etapa foram estimados, os valores de precipitação máxima com período de retorno de 2, 5, 10, 20, 25, 50 e 100 anos por meio da distribuição de extremos usando dois métodos. No método 1 (M1) foram usados os parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$  obtidos da interpolação na etapa anterior e no método 2 (M2) os parâmetros  $\alpha^*$  e  $\beta^*$  foram calculados pelo método dos momentos conforme descrito originalmente por Gumbel, segundo as equações abaixo:

$$\alpha^* = \frac{\pi}{\sqrt{6} S} \quad (6)$$

$$\beta^* = \bar{x} - \frac{0,5772}{\alpha} \quad (7)$$

A precisão de cada método foi realizada com o índice de exatidão (d) de Willmott et al. (1985), que expressa a exatidão das estimativas em relação aos valores observados, variando de zero (0,0) que indica nulidade e um (1,0) que indica perfeita concordância perfeita. O índice de exatidão é determinado da seguinte forma:

$$d = 1 - \frac{\sum (P_i - O_i)^2}{\sum (|P_i - O_i| + |O_i - O|)} \quad (8)$$

em que:  $O_i$  = valor estimado pelo método padrão;

$P_i$  = valor estimado pelos demais métodos;

$O$  = média dos valores estimados pelo método padrão;

$i$  = o número de eventos ( $i = 296$  municípios).

A avaliação de desempenho de cada método foi realizada com o índice de desempenho proposto por Camargo & Sentelhas (1997), denominado de “c”, sendo o desempenho do método classificado conforme Medeiros (2002) (Tabela 1). O índice de desempenho reúne o índice de precisão “r” e de exatidão “d” sendo expresso da seguinte forma:

$$c = r.d \quad (9)$$

Para quantificação de erros proporcionados pelas estimativas tem-se:

$$\text{Erro médio absoluto: } EMA = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (O_i - P_i) \quad (10)$$

$$\text{Erro máximo: } Em = \max(|O_i - P_i|)_i \quad (11)$$

$$\text{Erro aleatório: } Ea = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i - P^*)^2 \quad (12)$$

$$\text{Erro sistemático: } Es = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P^* - O_i)^2 \quad (13)$$

$$\text{Erro padrão de estimativa: } Epe = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (O_i - P_i)^2}{n - 2}} \quad (14)$$

$$\text{em que } P^* = a + b O_i \quad (15)$$

sendo  $a$  e  $b$  são estimados pelo método dos mínimos quadrados.

Tabela 1. Avaliação do desempenho dos métodos pelo índice “c”.



valor de "c"	Desempenho
> 0,90	ótimo
0,81 e 0,90	muito bom
0,71 e 0,80	bom
0,51 e 0,70	mediano
0,41 e 0,50	sofrível
0,31 e 0,40	mau
$\leq 0,3$	péssimo

## Resultados e Discussão

Na Tabela 2 constam as estatísticas das variáveis analisadas. Observa-se que a chuva máxima com período de retorno de 100 anos média dos municípios catarinenses foi de 185,5 mm, no entanto variou entre 142,7 mm a 255,5 mm. Da mesma forma o parâmetro  $\beta$ , que representa a moda da distribuição de Gumbel, apresenta variação entre 64,8 mm a 96,5 mm. Essa variação nos dados reforça a necessidade de obter estimativas representativas do local em estudo.

Tabela 2. Estatísticas das variáveis analisadas.

Variável analisada	Valores observados		
	Média	Máximo	Mínimo
Chuva média máxima com T = 100 (mm)	185,5	255,5	142,7
Chuva média máxima com T = 50 (mm)	169,2	229,6	131,3
Chuva média máxima com T = 25 (mm)	152,7	205,2	119,8
Chuva média máxima com T = 20 (mm)	147,4	197,4	116,0
Chuva média máxima com T = 10 (mm)	130,6	173,0	104,2
Chuva média máxima com T = 5 (mm)	113,0	147,5	91,9
Chuva média máxima com T = 2 (mm)	86,6	109,0	72,1
Parâmetro da distribuição Gumbel - $\beta$	78,0	96,5	64,8
Parâmetro da distribuição Gumbel - $\alpha$	0,0451	0,0620	0,0273

Na tabela 3 constam os resultados estatísticos das análises de desempenho dos dois métodos de estimativa da precipitação máxima média de cada município catarinense. Observa-se que os valores dos índices de exatidão e de desempenho foram iguais ou superiores a 0,99, classificados segundo Camargo & Sentelhas (1997) como desempenho "ótimo" ( $c > 0,90$ ). Para o período de retorno de 100 anos o índice de desempenho do método M1 ( $c = 0,9900$ ) foi ligeiramente inferior ao obtido para o método 2 ( $c = 0,9980$ ), no entanto, no método M2 foram observados maiores valores de erro padrão

(5,92 mm), erro médio absoluto, erro aleatório e erro sistemático. Somente o erro máximo obtido no método M1 ( $E_m = 24,02$ ) foi maior que no método M2 ( $E_m = 22,68$ ). Na figura 2 observa-se que o método M2, que usa as estimativas dos parâmetros pelo método original de Gumbel apresenta estimativas inferiores ao método M1 (em que as estimativas dos parâmetros foram realizadas pelo método de Gumbel-Chow), no entanto no método M1 existem alguns valores que apresentaram maior desvio em relação a regressão, refletindo no maior valor de erro máximo e no menor valor do coeficiente de determinação. Por outro lado, como o método M2 apresenta uma subestimativa da precipitação máxima obtém-se maior valor de erro médio, erro aleatório e erro sistemático.

Para os demais períodos de retorno observou-se comportamento similar, em que o método M1 apresenta menor erro padrão de estimativa e menores valores de erro sistemático e erro aleatório. No entanto, os valores de erro padrão de estimativa são inferiores a 6,0 mm e representam valores inferiores a 5% da média. É importante reforçar que esta espacialização das chuvas máximas tem objetivo de avaliar a variação espacial dos eventos extremos de chuva, e devem ser usadas com o objetivo de caracterização regional. Contudo, para efeito de dimensionamento de obras recomenda-se uma análise mais criteriosa das séries históricas e também os trabalhos relacionados a este tema, como os desenvolvidos por Back (2013).

Tabela 3. Valores Erro padrão de estimativa (EPP), dos índices de exatidão (d), coeficiente de determinação ( $r^2$ ), índice de desempenho (c), erro médio absoluto (EMA), erro máximo ( $E_m$ ), erro aleatório ( $E_a$ ), erro sistemático ( $E_s$ ) dos valores de precipitação máxima com diferentes períodos de retorno e dos parâmetros da distribuição Gumbel de acordo com o método de estimativa.

Variável/ Método	EEP (mm)	d	$r^2$	c	EMA (mm)	$E_m$ (mm)	$E_a$ (mm)	$E_s$ (mm)
T=100 M1	4,65	0,9999	0,9803	0,9900	3,06	24,02	55,16	11,05
M2	5,92	0,9996	0,9969	0,9980	11,58	22,68	500,82	110,37
T=50 M1	3,94	0,9999	0,9811	0,9905	2,60	20,38	39,36	7,87
M2	5,58	0,9996	0,9969	0,9981	9,71	19,02	354,42	78,65
T=25 M1	3,23	0,9999	0,9825	0,9912	2,13	16,70	26,16	5,21
M2	5,22	0,9997	0,9970	0,9982	7,83	15,34	232,33	52,06
T=20 M1	3,00	0,9999	0,9831	0,9914	1,98	15,51	22,45	4,47
M2	5,09	0,9997	0,9971	0,9982	7,22	14,15	198,16	44,58
T=10 M1	2,27	0,9999	0,9856	0,9927	1,50	11,75	12,66	2,50
M2	4,70	0,9998	0,9973	0,9984	5,30	10,38	108,03	24,70
T=5 M1	1,52	0,9999	0,9898	0,9948	1,00	7,83	5,48	1,07
M2	4,26	0,9999	0,9979	0,9988	3,29	6,45	42,54	9,97
T=2 M1	0,37	0,9999	0,9987	0,9994	0,24	1,91	0,31	0,06

M2	3,66	0,9999	0,9999	0,9999	0,26	0,52	0,28	0,07
Beta	0,7420	0,9999	0,9996	0,9998	0,72	1,39	2,14	0,53
Alfa	0,0048	0,9995	0,9734	0,9861	0,0045	0,0073	0,0001	0,0000

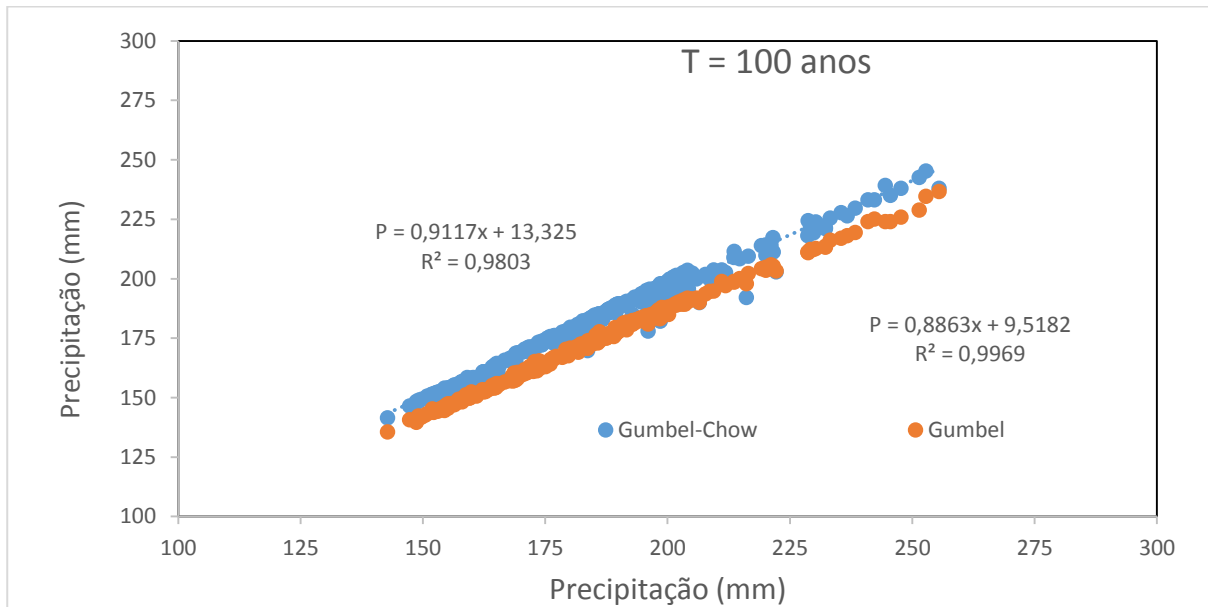


Figura 2. Regressão entre os valores de precipitação média com período de retorno de 100 anos estimada pelos métodos de Gumbel-Chow e Gumbel com a precipitação obtida da espacialização dos municípios do Estado de Santa Catarina.

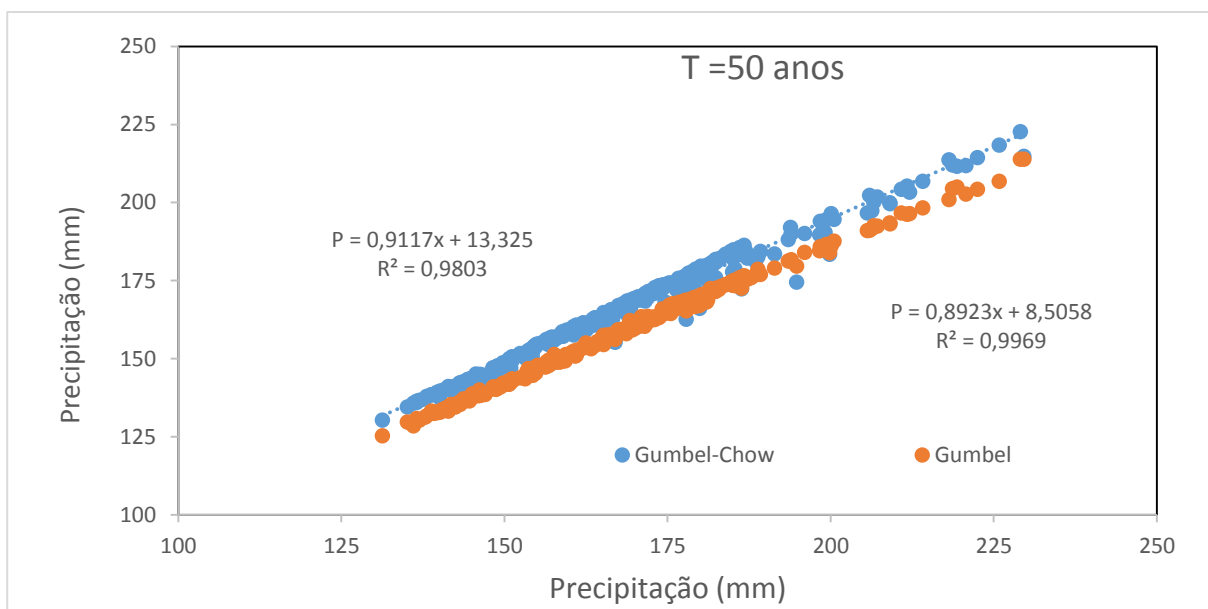


Figura 3. Regressão entre os valores de precipitação média com período de retorno de 50 anos estimada pelos métodos de Gumbel-Chow e Gumbel com a precipitação obtida da espacialização dos municípios do Estado de Santa Catarina.

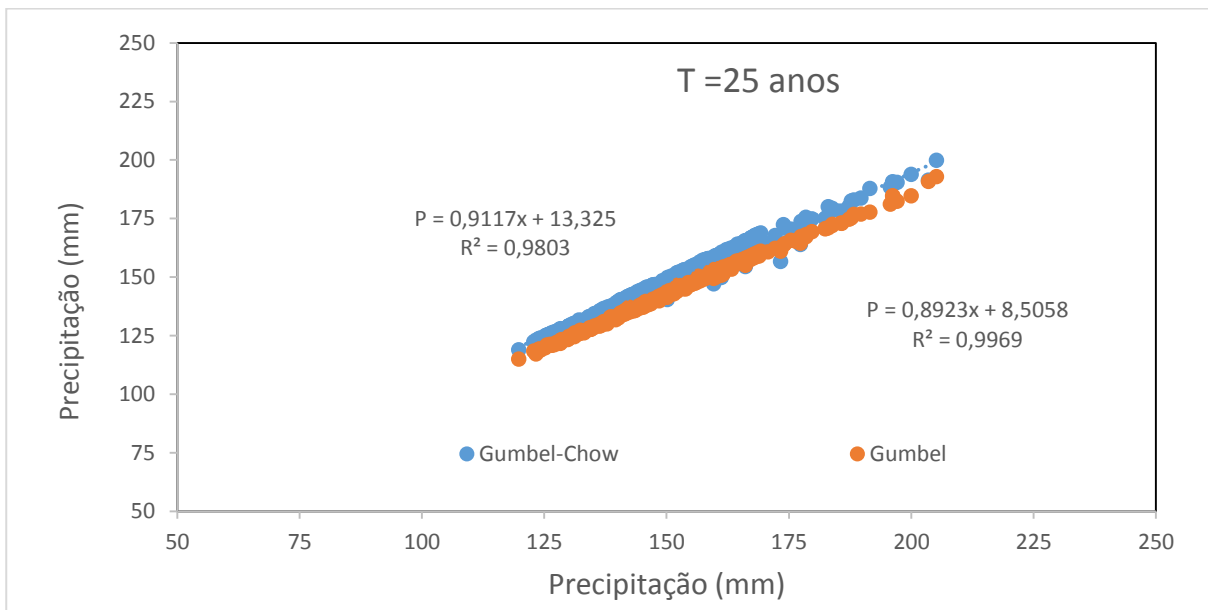


Figura 4. Regressão entre os valores de precipitação média com período de retorno de 25 anos estimada pelos métodos de Gumbel-Chow e Gumbel com a precipitação obtida da espacialização dos municípios do Estado de Santa Catarina.

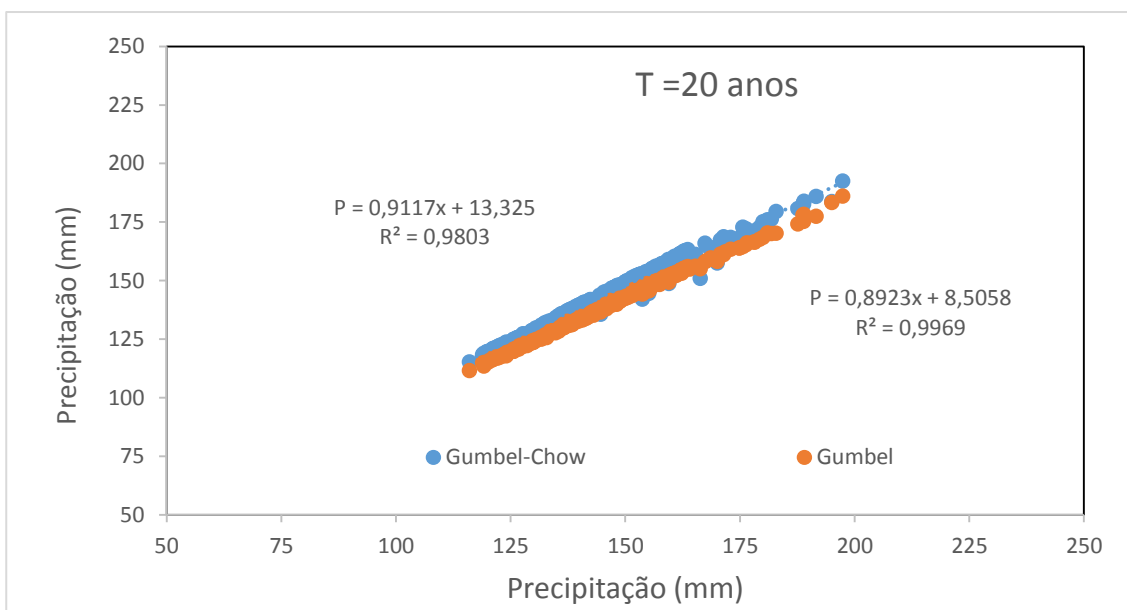


Figura 5. Regressão entre os valores de precipitação média com período de retorno de 20 anos estimada pelos métodos de Gumbel-Chow e Gumbel com a precipitação obtida da espacialização dos municípios do Estado de Santa Catarina.

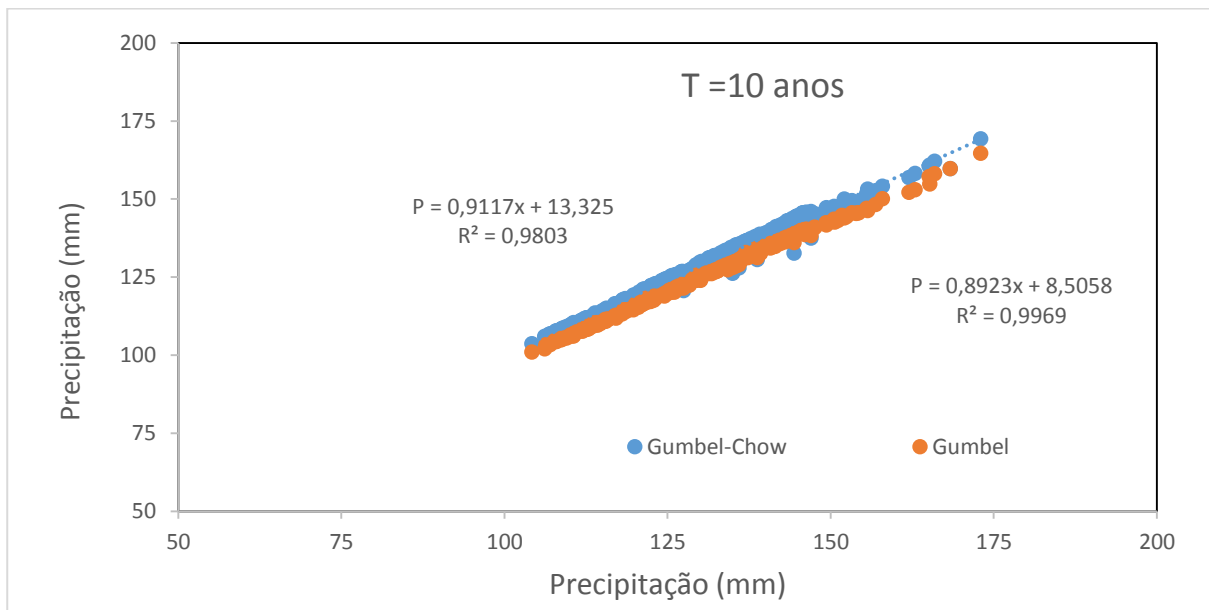


Figura 6. Regressão entre os valores de precipitação média com período de retorno de 20 anos estimada pelos métodos de Gumbel-Chow e Gumbel com a precipitação obtida da espacialização dos municípios do Estado de Santa Catarina.

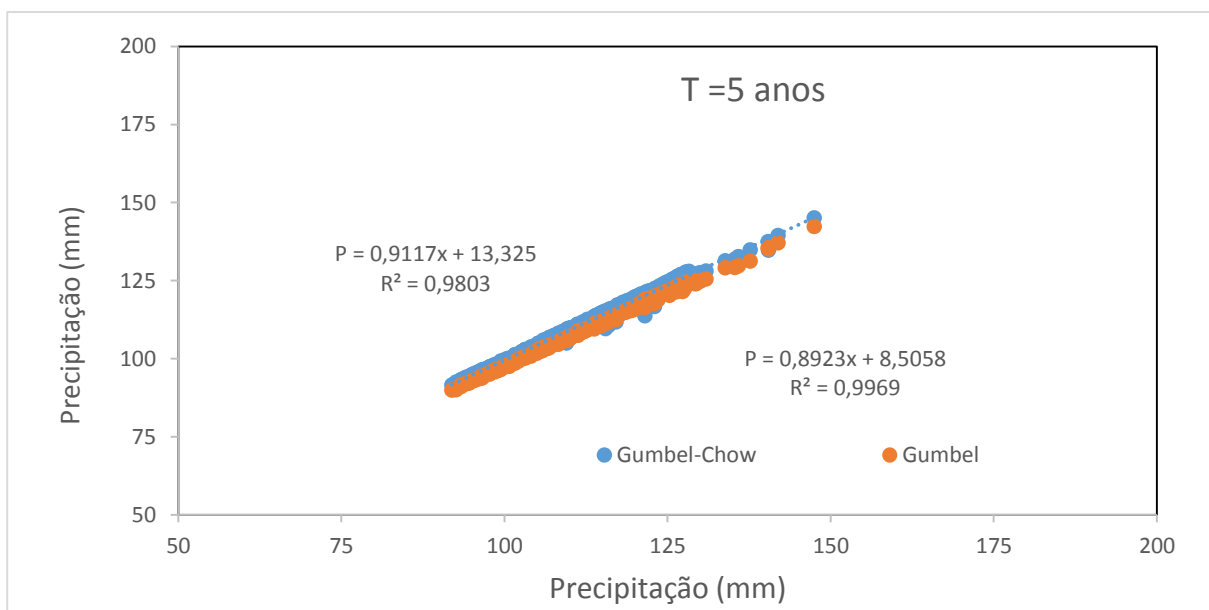


Figura 7. Regressão entre os valores de precipitação média com período de retorno de 5 anos estimada pelos métodos de Gumbel-Chow e Gumbel com a precipitação obtida da espacialização dos municípios do Estado de Santa Catarina.

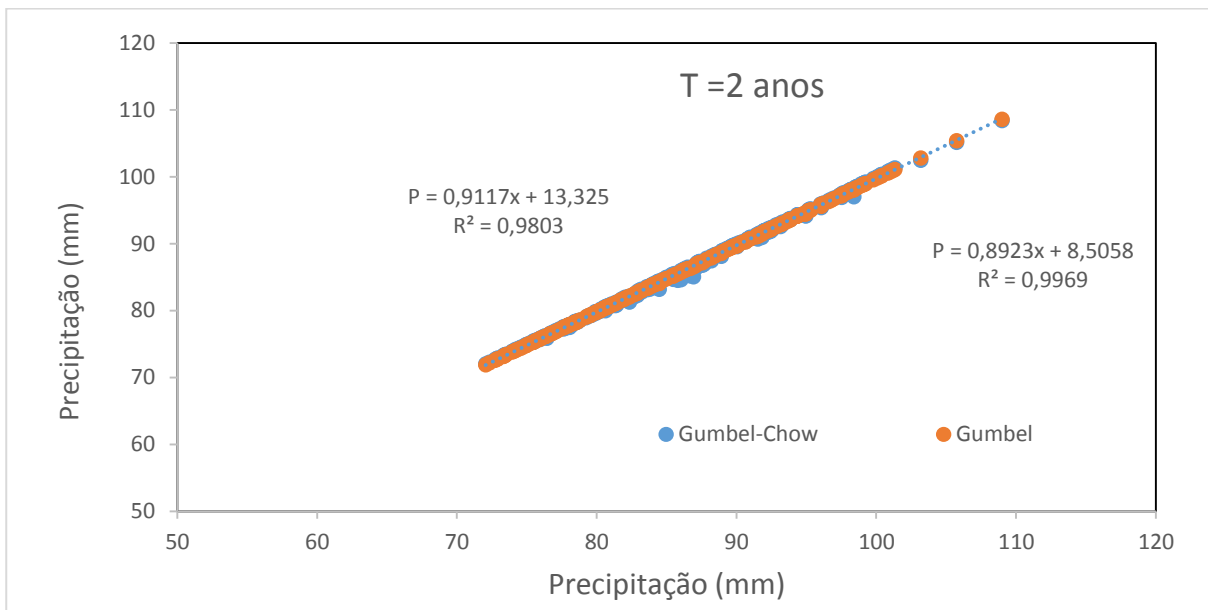


Figura 8. Regressão entre os valores de precipitação média com período de retorno de 2 anos estimada pelos métodos de Gumbel-Chow e Gumbel com a precipitação obtida da espacialização dos municípios do Estado de Santa Catarina.

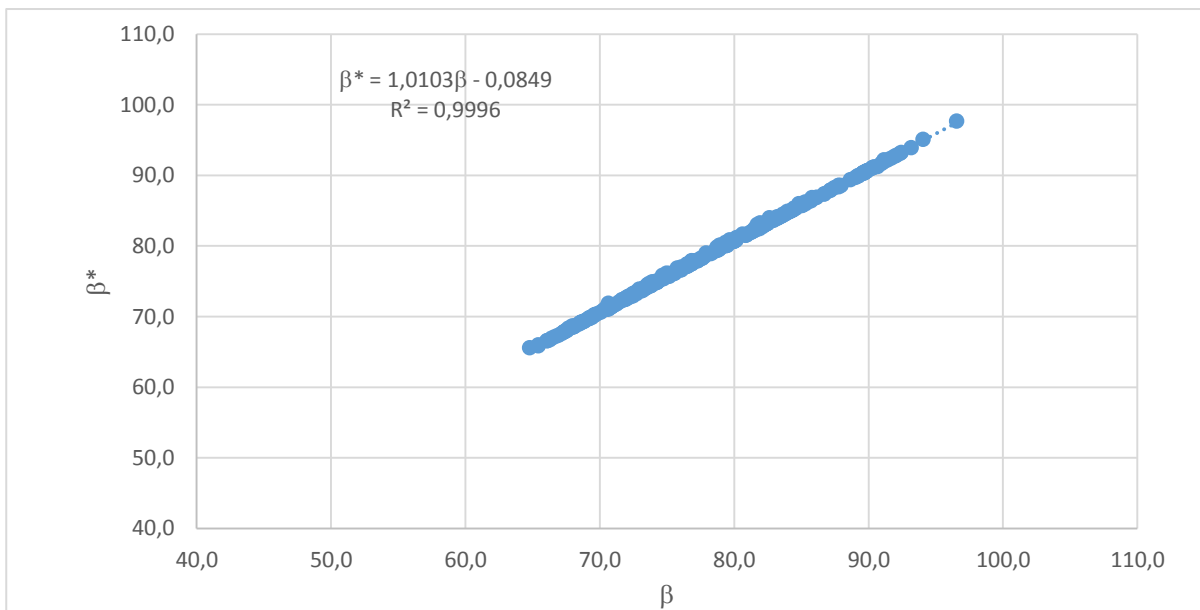


Figura 9. Regressão entre os valores do parâmetro  $\beta^*$  estimado com os valores de média e desvio padrão obtidos da espacialização e os valores  $\beta$  obtidos diretamente da espacialização.

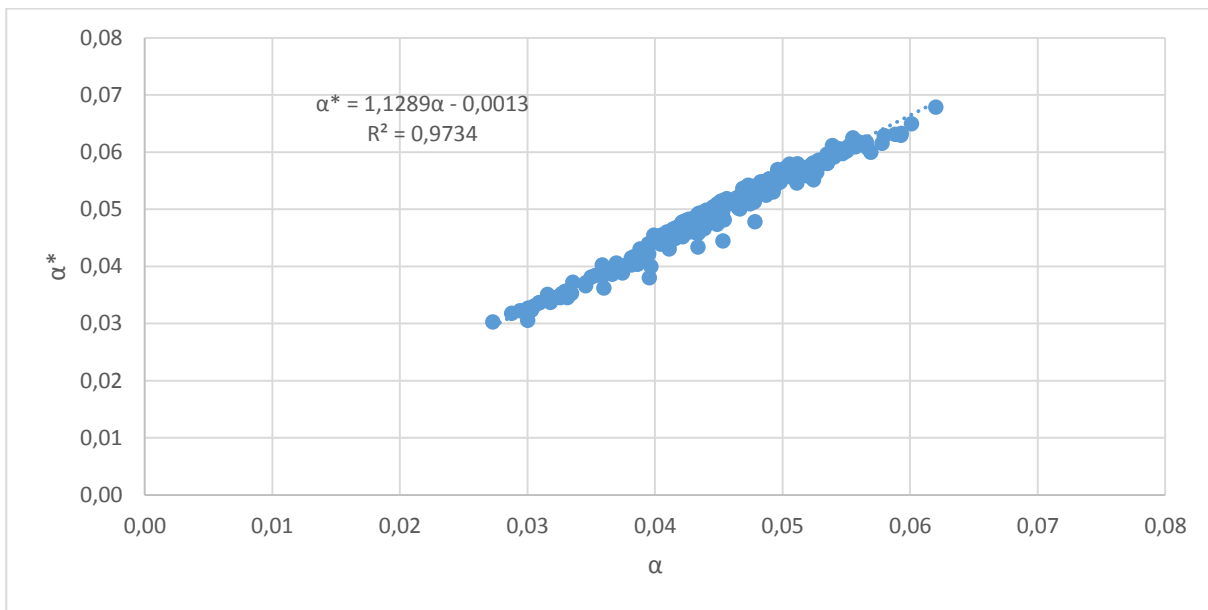


Figura 10. Regressão entre os valores do parâmetro  $\alpha^*$  estimado com os valores de média e desvio padrão obtidos da espacialização e os valores  $\beta$  obtidos diretamente da espacialização.

## CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos conclui-se que os dois métodos testados podem ser utilizados para a estimativa do valor da chuva máxima média dos municípios catarinenses.

**Agradecimentos:** Os autores agradecem o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq-Brasil.

## REFERÊNCIAS

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. *Inventário das estações pluviométricas*. Brasília, ANA, SGH, 2009.

BACK, Á. J. Chuvas intensas e chuva para dimensionamento de estruturas de drenagem para o Estado de Santa Catarina. Florianópolis: Epagri, 2013 p.193.

BACK, Á. J. Seleção de distribuição de probabilidades para chuvas diárias extremas do Estado de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.16, n.2, 211-222, 2001.

BACK, Á. J.; OLIVEIRA, J. L. R.; HENN, A. Relações entre precipitações intensas de diferentes durações para desagregação da chuva diária em Santa Catarina. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, p.391 - 398, 2012.



BEIJO, L.A.; MUNIZ, J.A.; VOLPE, C.A.; PEREIRA, G.T. Estudo da precipitação máxima em Jaboticabal (SP) pela distribuição de Gumbel utilizando dois métodos de estimação dos parâmetros. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 141-147, 2003.

CAMARGO, A. P.; SENTELHAS, P. C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.5, n.1p.89-97. 1997

CETESB. *Drenagem urbana* – manual de projeto. 3. ed. São Paulo: Cetesb, 1986

CHOW, V. Handbook of applied hydrology. Newyork: McGraw-Hill, 1964. 1418p.

CLARKE, R. T. Fitting and testing the significance of linear trends in Gumbel distributed data. *Hydrology and Earth System Sciences*, Katlenburg-Lindau, Alemanha, v.6, n. 1, p.17-24., 2002.

FERREIRA, J.C.; DANIEL, L.A.; TOMAZELA, M. Parâmetros para equações mensais de estimativas de precipitação de intensidade máxima para o Estado de São Paulo - Fase I. *Ciência e Agrotecnologia*. v. 29, n. 6, 2005.

HARTMANN, M.; MOALA, F.; MENDONÇA, M.A. Estudo das precipitações máximas anuais em presidente prudente. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.26, n.4, 561-568, 2011.

KITE, G.W. Frequency and risk analyses in Hydrology. Water Resources publications: Colorado, 1978.224p.

MACHADO, E. C. M. N.; FURTUNADO, O. M.; PINTO, E. J. A. Espacialização dos dados de precipitação anual e trimestrais da bacia do Rio de Contas (Sub-Bacia 52). In: XIV World Water Congress, 2011, Porto de Galinhas-PE. XIV World Water Congress, 2011

MEDEIROS, A. T. Estimativa da evapotranspiração de referência a partir da equação de Penman-Monteith, de medidas lisimétricas e de equações empíricas em Paraíba, CE. 2002. 95f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz: Universidade de São Paulo, 2002.

MELLO, C.R.; SILVA, A.M. Métodos estimadores dos parâmetros da distribuição de Gumbel e sua influência em estudos hidrológicos de projeto. *Irriga*, Botucatu, v. 10, n. 4, p. 318-334, 2005. *ática*, Lavras, v. 13, n. 2, p. 177-184, 1989

PINTO, F. A. F. A. Chuvas intensas no estado de Minas Gerais: análise e modelos. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa). Viçosa, 1995. 87p.

SANSIGOLO, C.A. Distribuições de extremos de precipitação diária, temperatura máxima e mínima e velocidade do vento em Piracicaba, SP (1917-2006). *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 23, n. 3, p. 341-346, 2008.



---

VIEIRA, S.R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. p.1-54.

WILLMOTT, C.J.; ACKLESON, S.G.; DAVIS, R.E.; FEDDEMA, J.J.; KLINK, K.M.; LEGATES, D. R.; O'DONNELL, J.; ROWE, C. M. Statistics for the evaluation and comparison of models. Journal of Geophysical Research, v.90, n.C5, p.8995-9005, 1985.



## Trabalho Completo de Extensão

### 13515 - COLETA SELETIVA SOLIDÁRIA EM CRICIÚMA: EMPODERAMENTO DE CATADORES E MEDIAÇÃO NA GESTÃO PÚBLICA MUNICIPAL

**Sabrina Baesso Cadorin<sup>1</sup>, Dulcinéia Felicidade Calrinda<sup>2</sup>, Gabriela Boaroli Galli<sup>1</sup>,  
Táira Oliveira Gregório<sup>2</sup>, Vitória de Oliveira Souza<sup>2</sup>, Mário Ricardo Guadagnin<sup>3</sup>,  
Leandro Nunes<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Acadêmicas do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Unidade Acadêmica de Ciências, Engenharias e Tecnologias UNACET, Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, Criciúma, Brasil

<sup>2</sup>Acadêmica do curso de Psicologia, Unidade de Acadêmica de Ciências da Saúde, UNASAU, Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, Criciúma, Brasil

<sup>3</sup>Professor Mestre, do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Unidade Acadêmica de Ciências, Engenharias e Tecnologias UNACET, Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, Criciúma, Brasil

<sup>4</sup>Professor Mestre do curso de Psicologia Unidade Acadêmica de Ciências, de Ciências da Saúde, UNASAU, Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, Criciúma, Brasil

**Resumo:** O Projeto de Extensão Coleta Seletiva Solidária (CSS) iniciou suas atividades em 2008 com o intuito de empoderar catadores de materiais recicláveis para o trabalho solidário através da consolidação de cooperativas e/ou associações. Com a eminência da aprovação da Lei 12.305/2010 o CSS direcionou suas atividades considerando as normativas da legislação vigente. Com o início da coleta seletiva em Criciúma em 2010 as ações do CSS foram direcionadas à consolidação da Associação Criciumense de Catadores (ACRICA) e ao fortalecimento da Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis (CTMAR). As propostas engendradas e executadas pelo projeto de extensão levaram ao estabelecimento do Fórum Lixo & Cidadania (2009) o qual contribui até o momento para mediar questões relativas à política pública de resíduos sólidos ao que se refere à gestão pública municipalizada. Atualmente o CSS estrutura o seu trabalho pautado em 4 núcleos de atuação os quais são: Diagnóstico da cadeia pós consumo de resíduos sólidos; educação ambiental; Assessoria aos empreendimentos solidário de catadores e o ciclo de debates socioambientais. Constata-se uma incapacidade do poder público municipal em relação à gestão adequada da coleta seletiva em Criciúma. A gestão ineficaz da coleta seletiva gera sérias consequências aos entes envolvidos, por exemplo: Inclusão perversa de catadores; descumprimento do contrato de prestação de serviços por parte da empresa responsável, ineficiência da coleta seletiva, além da deficiência do programa de educação ambiental e carência de programas sociais de inclusão produtiva de catadores.

**Palavras-chave:** ACRICA, coleta seletiva, educação ambiental, política pública.

## INTRODUÇÃO



Os resíduos sólidos urbanos têm sido um dos temas centrais na agenda política brasileira com maior ênfase a partir da edição da Lei 12305/2010 que regulamenta a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010).

No processo de gestão de resíduos sólidos existem alguns instrumentos, entes e condições, que quando são bem gerenciados podem auxiliar e facilitar o trabalho técnico. Um dos instrumentos é o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS). Segundo Marchi (2015, p. 93) o PGIRS é um

Documento que diagnostica a situação atual e traça cenários para o sistema de limpeza urbana. Esse documento deve estabelecer diretrizes e ações ligadas aos aspectos ambientais, econômicos, financeiros, administrativos, técnicos, sociais e legais, desde a geração até a destinação final dos resíduos sólidos. Ações e diretrizes que devem se processar de modo articulado, porque as atividades e procedimentos envolvidos nesse componente do saneamento básico encontram-se interligados, comprometidos entre si (MARCHI, 2015, p. 93).

O tema das políticas públicas sobre resíduos sólidos e seu gerenciamento são complexos, pois deveriam envolver a participação comunitária no processo de construção de soluções ambientalmente adequadas, com diferentes entes da sociedade, como por exemplo: a administração pública; sociedade civil, setor empresarial; e organizações não governamentais dialogando na construção de possibilidades e caminhos cujo principal objetivo é melhorar a qualidade de vida das pessoas, bem como a promoção do desenvolvimento sustentável (MARCHI, 2015).

Em novembro de 2009, por iniciativa do projeto Coleta Seletiva Solidária da UNESCO em parceria com ONG Nossa Rua, Banco do Brasil, Cras Tereza Cristina, representando a Secretaria de Desenvolvimento Social, Secretaria de Educação e Fundação do Meio Ambiente (FAMCRI), e a Caritas Diocesana de Criciúma, surgiu o Fórum Municipal Lixo & Cidadania, um movimento social organizado com o intuito de promover a mediação entre catador e gestor público, promovendo debates sobre as políticas públicas de inclusão social de catadores e catadoras.

A construção do Fórum Municipal Lixo & Cidadania de Criciúma seguiu diretrizes e princípios organizados por Campos (2003) e divulgados na época pelo Ministério do Meio Ambiente. O guia metodológico por sua vez é derivado da grande indignação nacional, no final da década de 1990, com a presença de crianças realizando catação em lixões e com a falta de uma Política Nacional para os resíduos sólidos, de tal forma que, na oficina de implantação, todas as questões técnicas quanto à geração, tratamento e



destinação dos resíduos fossem incorporadas num Programa Nacional (CAMPANI; GRIMBERG; PIRES; MAGALHÃES, 2005). Era o começo dos debates sobre gestão e gerenciamento de resíduos sólidos que levaram 20 para a edição da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Segundo Campani et al (2005) o programa Lixo & Cidadania assim que foi lançado tinha como pressuposto que as municipalidades resolvessem seus problemas, com soluções próprias e propostas pelos atores que vivenciavam a situação *in loco*, com o devido apoio das instâncias estaduais e federal.

A adequação da Gestão de Resíduos Sólidos Municipais pressupunha

A criação de um Fórum Municipal; A inclusão escolar de todas as crianças que trabalhavam com lixo; A inserção social e econômica dos catadores como parceiros na coleta seletiva; A erradicação dos lixões e implantação dos aterros sanitários; A universalização da coleta; A qualificação e valorização dos trabalhadores; Programas de educação ambiental e mobilização social; Sistema de cobrança específico para os serviços de limpeza urbana; Regulamento que estabeleça as regras do jogo (CAMPANI et al , 2005).

O Município de Criciúma possuía historicamente vários pontos de disposição inadequada de resíduos sólidos, lixões a céu aberto até meados de 1990. No início do século XX há relatos históricos que apontam que os primeiros depósitos eram no Centro da cidade onde hoje formam a esquina das ruas São José com Araranguá, passando posteriormente para o bairro Napolini, onde ocorria a atividade de triagem além da criação de porcos que se alimentavam dos resíduos ali depositados, e de catadores e catadoras que faziam a catação dos materiais recicláveis para comercialização

Mais tarde, os resíduos passaram a ser depositados em antiga área de mineração da Mina 4, pertencente a Companhia Siderúrgica Nacional que recebia rejeitos do carvão, onde nas proximidades nasceu uma comunidade que deu origem ao bairro Renascer, conforme informação da UNESC/IPAT/PMC (2009).

Segundo estudos realizados por Milioli apud UNESC/IPAT, (2009, p. 77)

Esta paisagem, até então inóspita, onde a evidente falta de vida proporcionada pelas montanhas de pirita e pela acidez das águas de antigos córregos foi substituída por um lixão e servindo de moradia, num primeiro momento, por moradores que negociavam seus lotes com a prefeitura municipal, dando início à comunidade da Mina Quatro.[...] Este local se tornou atualmente o bairro Renascer. Os resíduos foram dispostos até 1996 e hoje, no local, existe um campo de futebol.



Os resíduos sólidos do Município passaram a partir de 1997 a serem depositados em uma antiga bacia de decantação de rejeitos de carvão que pertencia a Unidade de Concentração de Pirita da Indústria Carboquímica Catarinense - ICC, localizada no município de Forquilha (CPRM, 1995). Para este local também vinham os resíduos do município de Forquilha e do município de Nova Veneza. Chamavam esta área de “aterro controlado de Forquilha” cuja operação estava a cargo da Empresa Pioneira Saneamento e Limpeza Urbana, recebendo no ano de 1995, aproximadamente de 70 a 80 ton/diárias de resíduos (PROGESC, 1995, p.6). Segundo dados da UFSC/UNESC (1997) citados pelo Plano Municipal de Saneamento de Criciúma (2009, p.77 e 78):

O aterro apresentava, na época, uma área aproximada de 12,65 hectares, onde foram depositados 112.040,00 m<sup>3</sup> de resíduos, os quais foram recobertos com camada de 30 centímetros de rejeito e posteriormente 20 centímetros de argila. [...] Foram instalados drenos para gases constituídos de camisas metálicas deslizantes preenchidas com brita. Por várias vezes a prefeitura deixou de executar a cobertura dos resíduos, permitindo a proliferação de vetores, motivo de protesto pela comunidade do entorno.

A partir do ano de 2005, os resíduos sólidos passaram a ser dispostos no aterro sanitário da Santech, localizado no município de Içara, para onde são destinados até os dias de hoje, agora no Aterro Sanitário da empresa RAC Saneamento.

Em 2009, nasce o Fórum Lixo e Cidadania com a realização do 1º encontro de catadores e catadoras de materiais recicláveis de Criciúma: “Catadores e Catadoras: Quem somos? O que queremos? O Fórum também possui papel importante para o avanço da Política Nacional de Resíduos Sólidos ao que diz respeito à coleta seletiva com inclusão de catadores no município de Criciúma devido à pressão social que exerce.

Ainda em 2009, iniciaram as primeiras reuniões do Projeto de Extensão Coleta Seletiva Solidária da UNESC e do Fórum Lixo & Cidadania que tinham como intuito potencializar catadores dos arredores dos bairros: Boa Vista, Tereza Cristina e Paraíso, idealizando fundar uma associação de catadores.

Em 2010, após registro se consolidou a Associação Criciumense de Catadores (ACRICA). No entanto, somente em 8 de abril de 2014, a ACRICA iniciou os trabalhos após a conquista de um espaço físico concedido pela Fundação do Meio Ambiente de Criciúma (FAMCRI). Esta conquista se deu através de pressão política exercida pelo Fórum e pelas lideranças da ACRICA para que a FAMCRI se posicionasse enquanto



poder público para a consolidação do galpão de triagem. A associação está desde então alocada juntamente ao programa de recolhimento de lixo tecnológico e pneus do município, Ecoponto, o que não lhes confere segurança jurídica.

A ACRICA ainda enfrenta uma série de dificuldades e ameaças que prejudicam o desenvolvimento e fortalecimento do empreendimento de economia solidária. Possui uma grande rotatividade de associados e dificuldades estruturais, sem equipamentos e galpão apropriado, além de possuir deficiências de ordem gerencial administrativa.

O município de Criciúma implantou a coleta seletiva atual em 2010, na modalidade porta a porta, neste caso, segundo Barros (2012, p. 101):

Os materiais selecionados para reutilização, reaproveitamento ou reciclagem são coletados diretamente nas fontes produtoras (nos domicílios, estabelecimentos comerciais etc.) pelo poder público, por catadores, por sucateiros ou quaisquer empresas interessadas. Requer uma infraestrutura com equipamentos e veículos coletores apropriados (...). A participação da população, tanto inicial quanto de longo prazo, é determinante para o sucesso da iniciativa (BARROS, 2012, p. 101).

A participação da população só se torna efetiva quando o processo de conscientização e sensibilização da mesma é realizado de forma eficiente e contínua. Conforme Toneto Junior; Dourado; Saiani (2014, p. 221):

Para que as diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos sejam obedecidas e as metas do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) alcançadas, são necessários ainda instrumentos e metodologias de sensibilização e mobilização capazes de influenciar os vários segmentos da sociedade (TONETO JUNIOR; DOURADO; SAIANI, 2014, p. 221).

Num seminário sobre Educação Ambiental realizado em San José da Costa Rica em 1979, promovido pela UNESCO destacam-se os seguintes pontos de práticas educativas aplicáveis para o funcionamento da coleta seletiva, conforme Dias (1998),

Constitui um processo informativo e formativo dos indivíduos, desenvolvendo habilidades e modificando atitudes em relação ao meio, tornando a comunidade educativa consciente de sua realidade global. Uma finalidade da educação ambiental é despertar a preocupação individual e coletiva para a questão ambiental com uma linguagem de fácil entendimento que contribui para que o indivíduo e a coletividade construam valores sociais, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente. Assim, torna-se necessário mudar o comportamento do homem com relação à natureza, com o objetivo de atender às necessidades ativas e futuras, no sentido de promover um modelo de desenvolvimento sustentável. Um programa de educação ambiental eficiente deve promover, simultaneamente, o desenvolvimento de conhecimento, de atividades e

de habilidades necessárias à preservação e melhoria da qualidade ambiental (DIAS, 1998, p. 93).

Em Criciúma, a Educação Ambiental é de responsabilidade da FAMCRI e da empresa terceirizada que realiza a coleta seletiva no município, Retrans. A abordagem porta a porta é realizada por estagiários e catadores nas residências e escolas do município.

## Metodologia

O Projeto Coleta Seletiva Solidária (PCSS) trabalha com quatro núcleos principais que dão as diretrizes para atuação junto à comunidade atendida e geram insumos para planejamento das posteriores ações, as quais são discutidas em reuniões semanais da equipe. A figura 1 demonstra a equipe junta em suas reuniões semanais.

**Figura 1:** a) Reunião de Planejamento do primeiro semestre de 2016. b) Reunião de trabalho realizada semanalmente.



Fonte: Dos autores, 2016.

O núcleo 1, *diagnóstico da cadeia pós consumo de resíduos sólidos*, tem por finalidade traçar os caminhos de melhorias na gestão integrada de resíduos sólidos em Criciúma de forma participativa e com responsabilidade compartilhada, sendo necessário discutir e analisar o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos finalizado recentemente.

Outra atividade recentemente iniciada diz respeito ao diagnóstico sobre a cadeia de reciclagem pós consumo de resíduos sólidos em Criciúma, realizada através de visita aos intermediários, associações, cooperativas, indústrias de reciclagem e também catadores autônomos, a fim de entender, em toda sua complexidade, a cadeia de

reciclagem para posteriormente planejar formas de melhorar e tornar mais eficiente a gestão integrada de resíduos sólidos no município.

O núcleo 2, *Educação Ambiental como instrumento para debate de coleta seletiva com inclusão social*, refere-se a instrumentalizar professores e alunos sobre a sustentabilidade socioambiental, propondo para a Secretaria de Educação do município de Criciúma a realização de um projeto de educação ambiental direcionado aos processos de gerenciamentos na fonte, de resíduos sólidos recicláveis, bem como sua destinação correta, abordando a inclusão produtiva de catadores de materiais como parte do processo. Este núcleo ainda não foi iniciado em função da transição política administrativa.

O núcleo 3 diz respeito a *assessoria à gestão administrativa e socioambiental dos empreendimentos de economia solidária ligados ao mercado pós consumo do município de Criciúma*. Esta assessoria é prestada para sanar problemas nas áreas de gestão ambiental e administrativa dos dois empreendimentos solidários de catadores – Cooperativa de Trabalhadores de Materiais Recicláveis (CTMAR) e ACRICA -, com vista a contribuir com o olhar empreendedor sobre o mercado de resíduos sólidos recicláveis. Essa atividade tem como metodologia reuniões com periodicidade semanal periódicas em rodas de conversa na sede de cada instituição com foco direcionado para discussão de problemas e proposição dialogada conjunta de caminhos construtivos de resolução. A figura 2 mostra visitas da equipe do projeto realizadas na ACRICA, onde além de ouvi-los também diagnostica-se as condições de trabalho, qualidade do material e forma que classificam os resíduos.

**Figura 2:** a) Visita realizada à ACRICA. b) Caminhão da coleta seletiva entregando material.



Fonte: Dos autores, 2016.

E por fim, o núcleo 4, que se refere ao *Ciclo de Debates Socioambientais*. Este núcleo tem por finalidade promover um debate e empoderamento de gestores públicos, associações e cooperativas de catadores, representantes da sociedade civil, setor empresarial e a cadeia de reciclagem sobre a inclusão social produtiva de catadores e catadoras na objetiva angular do desenvolvimento sustentável envolvendo as dimensões ambientais, sociais, econômicas, políticas e institucionais são realizadas discussões semanais e estudos de textos com experiências similares que ocorrem no Brasil.

A construção da proposta de extensão acadêmica do Projeto Coleta Seletiva Solidária permite um contato real com problemas da comunidade em especial os vivenciados pelos catadores e catadoras do município e região sul catarinense, onde os atores sociais envolvidos através do Fórum Municipal Lixo & Cidadania promovem debates, reuniões (Figura 3) e estudos na busca conjunta de solução de problemas, proposição e participação ativa junta com as secretarias de governo e com as Ong's participantes a resolução dos conflitos, num processo constante de empoderamento recíproco entre atores: universidade, acadêmicos, catadores e catadoras, assistentes sociais, vereadores, representantes dos gestores públicos e setor empresarial.

**Figura 3:** a) Reunião do Fórum Lixo & Cidadania do mês de maio; b) do mês de agosto de 2016.



Fonte: Dos autores, 2016.

## Resultados

O PCSS existe desde 2008 e vem contribuindo para a implementação da gestão de resíduos sólidos com inclusão de catadores em Criciúma. O plano de trabalho atual começou em abril deste ano após a aprovação do projeto de acordo com o Edital n<sup>o</sup> 13/2015 da UNACET da UNESC. Este está em andamento e por isso possui resultados

parciais, no entanto, durante o seu desenvolvimento foram alcançadas algumas conquistas importantes aos empreendimentos de economia solidária, ACRICA e CTMAR como a garantia da continuidade da coleta seletiva em Criciúma, SC.

Em maio deste ano ocorreu a troca da empresa terceirizada que realiza a coleta seletiva e convencional de Criciúma. . A troca de empresa trouxe uma série de consequências negativas para os catadores e catadoras associados aos empreendimentos de economia solidária do município. Relatos dos mesmos durante as reuniões semanais realizadas pelos bolsistas e voluntários do projeto na ACRICA, colocavam em evidencia a frágil situação financeira que se encontravam, a preocupação com os familiares que dependiam daquela renda e a incerteza do fim que teria a atividade que exercem.

A fim de resolver e entender os problemas referentes à reduzida quantidade de material que recebiam, a ACRICA juntamente a CTMAR realizaram algumas reuniões junto a FAMCRI e na tribuna livre da Câmara de Vereadores, com representação do projeto e dos demais membros do Fórum Municipal Lixo e Cidadania.(Figura 4).

**Figura 4:** a) Reunião realizada na FAMCRI a respeito da troca da empresa terceirizada que realiza a coleta seletiva. b) Audiência na Câmara de Vereadores de Criciúma.



Fonte: Dos autores, 2016.

A reunião realizada na FAMCRI (Figura 4a) com a participação de representantes da ACRICA e CTMAR, Fórum Lixo & Cidadania, PCSS, Retrans e vereadores, traz à tona algumas explicações sobre a situação da coleta seletiva no município. A presidente da Fundação explicava que a antiga empresa responsável pela coleta seletiva, JC Lopes, finalizou os trabalhos no dia 17 de maio e já no dia 18 a nova contratada Retrans assumiu. Concordava que aconteceram sim transtornos devido à mudança de empresa, mas que no dia seguinte (19) a FAMCRI recebeu os catadores e

catadoras para uma reunião de esclarecimentos. Também atribuiu a redução do material à crise econômica que o Brasil enfrenta, não estando assim relacionada apenas as mudanças que a coleta passava.

Na Audiência realizada na Câmara de Vereadores de Criciúma (Figura 5), em 24 de maio deste ano, estiveram presentes representantes do Fórum Lixo & Cidadania que se posicionaram em relação à ineficiência na gestão de resíduos sólidos com Inclusão de Catadores. Os vereadores de Criciúma, de acordo com o exposto na tribuna livre, se comprometeram a dar resposta à problemática da inclusão perversa de catadores.

**Figura 5:** a) Audiência na Câmara de Vereadores de Criciúma. b) Reportagem publicada no jornal sobre a audiência.



Fonte: Dos autores, 2016.

A audiência teve repercussão em mídia que contribuiu para a sensibilização da população quanto à coleta seletiva, também exerceu pressão sobre os órgãos públicos para tomarem iniciativas a fim de melhorar a situação enfrentada (Figuras 5b e 6).

Figura 6: Reportagem em jornal impresso sobre a audiência na Câmara de Vereadores de Criciúma.



Fonte: Dos autores, 2016.

Durante as rodas de conversas realizadas nas visitas à ACRICA ocorriam uma série de reclamações quanto à quantidade e qualidade do material, o qual além do baixo peso e volume tinham a qualidade comprometida por virem contaminados com sobras alimentares e rejeitos. Outra queixa recorrente refere-se a falta de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e produtos de higiene básica.

Devido à falta de material e aos conflitos internos que tal situação originou, ocorreu um afastamento do projeto por decisão da ACRICA. Este afastamento durou algumas semanas. Quando a situação da coleta seletiva em Criciúma melhorou, buscou-se uma reaproximação, a qual foi assentida.

Para retomar as atividades com os catadores e catadoras realizou-se primeiramente um planejamento junto a eles das ações que serão realizadas ao longo do semestre. Foi verificada a necessidade de trabalhar com a questão gestão administrativa, principalmente o controle de entrada e saída dos materiais triados no empreendimento, além da retomada das intervenções psicossociais e empenhar-se junto ao grupo em busca por equipamentos, espaço físico adequado e melhores condições de trabalho.

**Figura 7:** a) Reunião de coleta de insumos para planejamento das ações a serem realizadas na ACRICA após retomada do contato. b) Resultado da reunião.



Fonte: Dos autores, 2016.

## Discussão

Devido ao grande problema do consumo e descarte inconsequente que geram excedentes materiais e “sobrantes humanos” é urgente e necessário a criação de políticas públicas próprias, tais como a Política Nacional de Resíduos Sólidos, lei nº 12305/2010 que tem como base o art. 9º uma hierarquia de ações e prioridades de gestão dos resíduos sólidos: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. O art. 182 da CF/1988, estabelece que o município tem a obrigação de organizar as políticas de desenvolvimento urbano, buscando a total evolução das funções sociais e a garantia do bem-estar da sociedade.

A ACRICA carece de incentivo público. A sede da associação está alocada junto ao Ecoponto, possuindo assim pouco espaço para armazenagem dos materiais e sem condições apropriadas para tal atividade. Além disso, local não possui licença ambiental, o que prejudica, e muito, a obtenção de equipamentos que facilitem o trabalho dos catadores e catadoras.

Não existe nenhum auxílio para obtenção de EPI's e a ACRICA não possui condições financeiras para fornecer a todos os associados. Manusear os resíduos sem o uso de equipamentos adequados pode afetar a saúde e expor a riscos de acidente. O trabalho é realizado com alto grau de vulnerabilidade, expostos a muitos riscos



pertinentes a essa profissão, tais como, contaminações provenientes de embalagens, frascos e restos de alimento, cortes devido à presença de vidro e objetos cortantes.

A ingerência da coleta seletiva, a falta de educação ambiental, a ausência de indicadores eficientes geram problemas sociais de alto impacto. A tecnologia mais eficiente para a realidade de Criciúma ao que se refere à gestão de resíduos sólidos, é a inclusão de catadores de materiais recicláveis no processo. Promove trabalho, renda, dignidade, cidadania, destinação correta de resíduos e diminuição de passivo ambiental.

Jacobi et al (2006) apud Jeronimo e Guadagnin (2012) afirmam que é necessário o aumento da coleta seletiva e a inserção dos catadores. Tendo um planejamento de coleta seletiva e compostagem de resíduos orgânicos, oferecendo ações em conjunto com o governo federal e estadual, com a sociedade e as indústrias e educação no âmbito escolar, para assim gerar mudanças nos hábitos da população.

## **Conclusão**

O município de Criciúma tem a coleta seletiva implantada desde 2010. No entanto, essa coleta não contempla todos os bairros. Apenas 54 dos 134 bairros existentes. Não basta cobrir somente parte da população, a participação não é de completa. Ainda há muito a ser feito pela coleta seletiva de Criciúma, tanto quanto a aplicação de políticas públicas que garantam melhorias ao programa e às condições socioambientais do município, quanto a investimento em campanhas de educação ambiental para conscientizar a população da importância social e ambiental que a coleta seletiva detém.

Muitos dos materiais que poderiam ser reutilizados, e reaproveitados para a reciclagem, estão indo para a coleta convencional de lixo. A participação da população só se torna efetiva, se o poder público tiver a iniciativa de ampliar as redes de coletas no município, bem como a educação ambiental nas escolas e residências. A conscientização e a sensibilização devem acontecer de forma contínua, através de informações, para modificar os hábitos das pessoas, gerando resultados a médio e longo prazo, porém de extrema importância para a sociedade, para a melhoria das condições de trabalho e resgate de dignidade e inclusão virtuosa de catadores e catadoras, os sustentáculos da cadeia de reciclagem na região sul catarinense e no Brasil.



Fonte financiadora: UNACET

## REFERÊNCIAS

BARROS, Raphael Tobias de Vasconcelos. **Elementos de gestão de resíduos sólidos**. Belo Horizonte, MG: Tessitura, 2012. 423 p.

BRASIL. (2010) Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em 06 set. 2016.

CAMPANI, D. B.; GRIMBERG, E. ; PIRES, J.; MAGALHÃES, T. Programa **Nacional Lixo & Cidadania**. In: Congresso Interamericano de Resíduos, n.1, 2005, Mérida. Anais... São Paulo: Associação Interamericana de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. Disponível em <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico2005/campani2.pdf>. Acesso em 11 de set 2015

CAMPOS, Heliana Kátia Tavares. **Guia Metodológico Para Implantação Do Fórum Municipal Lixo E Cidadania e Sistema de Gestão Participativa dos Serviços de Limpeza Urbana**. Coordenação – *Téia Magalhães*. Brasília. Ministério do Meio Ambiente. Realização Água e Vida – Centro de Estudos de Saneamento Ambiental, 2003. 33 p.

CPRM. **Programa de Informações Básicas para a gestão territorial de Santa Catarina – PROGESC**. Fontes de poluição no Município de Criciúma/SC. Série Degradação Ambiental, Porto Alegre, v.08, 1995.

DALEFFE, Camila Zeferino. **Implantação e (re) implantação de coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos em Criciúma: uma análise comparativa entre modalidades pev/lev x porta a porta**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso, Engenharia Ambiental, UNESC. CRICIÚMA.

DIAS, Genebaldo Freire. **Educação Ambiental**. Princípios e Práticas. 5. Ed. São Paulo: Global, 1998.

IPAT/UNESC. Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas / Universidade do Extremo Sul Catarinense. Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico do Município de Criciúma, SC. **Diagnóstico do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos**. Criciúma, 2009. 93 p.

JERONIMO Rosa Nadir Teixeira, GUADAGNIN Mario Ricardo. **Projeto Coleta Seletiva Solidária: Redes de socioeducativas junto dos catadores e catadoras de Criciúma**. v. 3, n. 3, 2012. Disponível em: < <http://periodicos.unesc.net/seminariocsa/article/view/688/680>>. Acesso em: 08 set. 2016.



---

MARCHI, Cristina Maria Dacach Fernandez. **Novas perspectivas na gestão do saneamento: apresentação de um modelo de destinação final de resíduos sólidos urbanos.** *Rev. Bras. Gest. Urbana*, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 91-105, jan./abr., 2015.

SOARES, Liliâne Gadelha da Costa; SALGUEIRO, Alexandra Amorim; GAZINEU, Maria Helena Paranhos. **Educação ambiental aplicada aos resíduos sólidos na cidade de Olinda, Pernambuco – um estudo de caso.** *Revista Ciências & Tecnologia*. Ano 1, n. 1, p. 9, 2007.

TONETO JUNIOR, Rudinei, DOURADO, Jucelino, SAIANI, Carlos César Santejo. **Resíduos Sólidos no Brasil: Oportunidades e Desafios da Lei Federal Nº 12.305.** *Manole*, p. 456, 2014.

UNESC/IPAT/PMC. **Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico de Criciúma, SC.** 2009.



## Trabalho Completo de Relato de Ensino

### 15041 - A CONTRIBUIÇÃO DA METODOLOGIA “*TIME-BASED LEARNING*” (TBL) NA APRENDIZAGEM DOS ESTUDANTES DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE DO CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL DA UNESC, CRICIÚMA (SC)

Gilca Benedet<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Professora do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC.

**Resumo:** O projeto aqui apresentado foi estruturado, no sentido de contribuir com a transformação pedagógica embasada nos pilares básicos da aprendizagem para o século XXI e teve como objetivo geral “contribuir com a aprendizagem dos estudantes da disciplina de Energia e Meio ambiente do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária (UNESC) utilizando para isso, os princípios da metodologia ativa *Time-based Learning* (TBL)”. Para tanto, foram traçados como objetivos específicos: Promover a aprendizagem profunda, por meio de atividades que melhorem nos estudantes as suas habilidades de analisar, criticar, avaliar e criar conhecimento; Envolver os estudantes com problemas cotidianos, de modo a permitir o erro; Promover o diálogo na correção dos possíveis erros; Criar equipes que incluam perspectivas diversas como liderança colaborativa entre pares; Desenvolver atividades de retroalimentação entre pares; Promover interações mais amplas entre os estudantes e professores, assim como com profissionais do mercado de trabalho e outras instituições; Oportunizar pesquisa e extensão reais para os alunos, desenvolvendo suas habilidades de pesquisar, aplicar conhecimentos e de compartilhar os resultados; Elaborar instrumentos e estratégias de divulgação da inovação implantada. Como metodologias foram utilizadas etapas do TBL: Preparação, Garantia de Preparo e Aplicação. Em linhas gerais percebeu-se que aumentou nos estudantes o interesse, a autonomia, a análise crítica das informações, a compreensão de como trabalhar em equipe e empregar na prática os conteúdos aprendidos. A maior dificuldade da docente em relação à utilização da TBL foi a organização de *feedbacks* e de rubricas de avaliação em razão principalmente do pouco tempo disponível.

**Palavras-chave:** Metodologia Ativa de Aprendizagem, *Backward design*, Motivação.

## INTRODUÇÃO

Percebem-se claramente no cotidiano acadêmico as deficiências do modelo de ensino aprendizagem convencional empregado, que muitas vezes, promove no estudante o desinteresse, a falta de autonomia, a reprodução automática de informações sem análise crítica, a dificuldade de saber trabalhar em equipe e empregar na prática os conteúdos aprendidos.

Delors (2000) afirma que a diversidade dos dias atuais traz desafios à educação que precisa, portanto, sofrer uma mudança no intuito de responder à complexa



realidade. Neste caminho, a Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI, elaborou um Relatório para a UNESCO onde recomenda a necessidade de que a educação seja alicerçada em quatro pilares fundamentais do conhecimento:

**Aprender para conhecer**, isto é adquirir os instrumentos da compreensão; **aprender a fazer**, para poder agir sobre o meio envolvente; **aprender a viver juntos**, a fim de participar e cooperar com os outros em todas as atividades humanas; finalmente **aprender a ser**, via essencial que integra as três precedentes [...]. (DELORS, 2000, p.90, grifo nosso).

No âmbito dos quatro pilares citados por Delors (2000), estão as aprendizagens ativas, significativas e colaborativas que são segundo Spricigo; Oliveira; Martins (2016, p. 27), “tentativas de assumir a responsabilidade de atualização das práticas educativas” e precisam, acima de tudo, considerar o sujeito a ser educado.

Nesse sentido, as práticas pedagógicas devem ter como foco atividades de ensino e aprendizagem que se baseiam na solução de problemas reais, que incentivem a inovação e a criatividade, que favoreçam a comunicação entre os envolvidos no processo, que promovam lideranças sendo estas democráticas, que auxiliem os estudantes a atuarem segundo valores e em conjunto com seus pares de forma autônoma na identificação e na solução de problemas (SPRICIGO; OLIVEIRA; MARTINS, 2016).

Para Bordenave e Pereira (2015) é importante que a aprendizagem seja um processo integrado entre o intelecto, a afetividade e o sistema muscular de uma pessoa. Para esses autores a aprendizagem deve ser um processo qualitativo que proporcione preparo para outras aprendizagens, ou seja, “[...] não se trata, pois, de um aumento quantitativo de conhecimentos, mas de uma transformação estrutural da inteligência da pessoa”. (BORDENAVE; PEREIRA, 2015, p.26).

Tentando atender essa necessidade de transformação estrutural da inteligência, cursos de ensino superior têm sido incentivados a adotarem metodologias de aprendizagem que estimulem o estudante, colocando-o diante de fatos reais e, ao mesmo tempo, orientando-o no sentido que ele mesmo consiga promover sua própria aprendizagem. Também nesse caminho está a Pró Reitoria de Ensino de Graduação (PROGRAD) da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) que lançou o Edital 257/2015 para projetos de Inovação Pedagógica, sendo o trabalho aqui apresentado um dos contemplados para a Unidade Acadêmica de Ciências, Engenharias e Tecnologias (UNACET).



A necessidade de transformação pedagógica do processo ensino aprendizagem, alicerçada pelos quatro pilares do conhecimento, portanto, justifica o projeto aqui relatado. Este objetivou contribuir com a aprendizagem dos estudantes da disciplina de Energia e Meio ambiente do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária (UNESC) e, para tanto, utilizou os princípios da metodologia ativa “*Time-based Learning – TBL*” (Aprendizagem baseada em Times - tradução livre).

As metodologias ativas de aprendizagem, segundo Berbel (2011, p.29) baseiam-se em “formas de desenvolver o processo de aprender, utilizando experiências reais ou simuladas, visando às condições de solucionar, com sucesso, desafios advindos das atividades essenciais da prática social, em diferentes contextos”.

Outro pressuposto das metodologias ativas é a autonomia. Para Gadotti (1999, p.285), o desenvolvimento da criatividade contribui para que se efetive a autonomia e esta, por sua vez, “facilita e enriquece as relações sociais, e uma boa inserção social estimula ao mesmo tempo a assunção da responsabilidade e o gosto de criar [...]”.

Spricigo; Oliveira; Martins (2016), porém, alertam que é preciso que o conceito de autonomia seja revisto, pois as atuais teorias do sujeito colocam o estudante no centro não como indivíduo isolado, mas como um ser coletivo.

Neste contexto, as metodologias ativas necessitam não só de uma nova prática docente, mas de uma nova relação entre estudantes, professores e conhecimento.

É preciso, segundo Spricigo; Oliveira; Martins (2016, p.27), considerando “a ideia de atividade”, que tanto alunos quanto professores superem a postura em relação à aprendizagem, os primeiros “a recepção passiva” e os segundos “a transferência apática”. Os mesmos autores ainda ressaltam que é preciso partir para aulas onde o estudante além de simplesmente ouvir, possa falar, perguntar, pensar, discutir, fazer e ensinar.

O modelo “*Backward Design*” pode contribuir nessa transição de postura do professor, pois o estimula a considerar seus propósitos gerais como educador auxiliando-o a delinear os objetivos de sua disciplina que devem ser mensuráveis e que, principalmente, proporcionem a compreensão dos estudantes (LINDER et al, 2014).

Para Linder et al (2014), o professor ao utilizar os princípios do *Backward Design* deve primeiramente delinear os resultados desejados antes de olhar para os conteúdos, métodos ou atividades. Portanto, deve pensar a disciplina de trás para frente, deve começar articulando as metas e objetivos que espera que os estudantes consigam atingir em um determinado prazo.



Considerando a aprendizagem ativa, devem ser proporcionados aos estudantes problemas concretos que os envolvam, motivem e os estimulem a desenvolver o senso crítico, a criatividade, a análise e a capacidade de trabalhar em equipe. Assim, para que o estudante atinja as metas e objetivos traçados, o professor deverá assumir o papel de mediador, orientador e supervisor (SPRICIGO; OLIVEIRA; MARTINS, 2016, p. 28).

A Metodologia TBL foi desenvolvida por Larry Michaelsen, a princípio na década de 1970 para classes numerosas de cursos da área de administração que eram divididas em equipes (MCHAELSEN; SWEET; PARMELEE, 2008).

Após realização do planejamento da disciplina pelo professor, uma das primeiras ações para o desenvolvimento do TBL é a formação das equipes pelo docente com atribuições de papéis a serem desempenhados pelos estudantes. O professor deve mesclar os estudantes buscando a maior diversidade possível e jamais delegando a estes a tarefa de formação dos grupos (MICHAELSEN, 2002).

A metodologia TBL é caracterizada por três etapas, a saber: Preparação; Garantia de Preparo; e Aplicação (MCHAELSEN; SWEET; PARMELEE, 2008).

A fase de preparação deve ocorrer antes da aula, na qual deve ser realizado o estudo prévio pelo estudante individualmente e, para tanto, o professor deve também organizar-se previamente para selecionar o material e providenciar a disponibilização do mesmo (MCHAELSEN; SWEET; PARMELEE, 2008).

A segunda fase da TBL caracteriza-se pela aplicação do teste de garantia de preparo (*Readiness Assurance Test - RAT*) que primeiro deve ser realizado pelo estudante individualmente (*iRAT*) e depois pelas equipes (*gRAT*). O *iRAT* busca checar se o estudante está apto a resolver as questões individualmente, e contribuir na sequência com a sua equipe. E tanto o teste individual quanto o feito pelas equipes devem demonstrar se os estudantes estão preparados a aplicar os conhecimentos na etapa seguinte do TBL (MCHAELSEN; SWEET; PARMELEE, 2008).

A terceira etapa do TBL compreende a aplicação dos conteúdos, para tanto, o professor deve apresentar para cada equipe um mesmo desafio, problema, estudo de caso, etc. Porém estes devem ser significativos (MCHAELSEN; SWEET; PARMELEE, 2008).

Para que o presente trabalho atingisse objetivo geral anteriormente apresentado, seguindo as diretrizes e passos da TBL, foram traçados os seguintes



objetivos específicos: Promover a aprendizagem profunda, por meio de atividades que melhorem nos estudantes as suas habilidades de analisar, criticar, avaliar e criar conhecimento; Envolver os estudantes com problemas cotidianos, de modo a permitir o erro; Promover o diálogo na correção dos possíveis erros; Criar equipes que incluam perspectivas diversas como liderança colaborativa entre pares; Desenvolver atividades de retroalimentação entre pares; Promover interações mais amplas entre os estudantes e professores, assim como com profissionais do mercado de trabalho e outras instituições; Oportunizar pesquisa e extensão reais para os alunos, desenvolvendo suas habilidades de pesquisar, aplicar conhecimentos e de compartilhar os resultados; Elaborar instrumentos e estratégias de divulgação da inovação implantada.

## **METODOLOGIA**

O presente trabalho foi sistematizado aplicando-se os princípios de “*Backward Design*” e estruturado de forma a seguir os princípios da metodologia ativa TBL.

Antes de iniciar as etapas da TBL, coube à professora fazer o “Planejamento” da disciplina em três módulos com duração de quatro semanas cada. Para cada módulo foram definidos respectivamente os resultados esperados, objetivos-chave de aprendizagem e conteúdos associados bem como formas de avaliar a aprendizagem.

Para o desenvolvimento de cada módulo foram utilizadas as etapas que compõem o TBL, a saber: I-Preparação, II-Garantia de Preparo e III-Aplicação.

A primeira etapa “Preparação” foi composta por ações realizadas pela professora e outras pelos estudantes individualmente e em times.

Na etapa de Preparação foram organizados e disponibilizados, pela docente, os materiais (conteúdos) para estudo prévio no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA – *Learnloop*), elaboraram-se os testes de garantia de preparo (TGP) individuais (iTGP) e das equipes (gTGP). Também houve a definição de metodologias, materiais e tipos de avaliações mais adequados assim como a definição de formas de promover *feedback* aos estudantes.

Já aos estudantes, na etapa de “Preparação”, coube estudar antes do início de cada módulo os conteúdos por meio das atividades pré-aula propostas (artigos, reportagens, vídeos, exercícios, capítulos de livros, etc.).



As equipes (time), na etapa de “Preparação”, gerenciaram os papéis de cada componente (líder, relator-redator, pesquisador) e estabeleceram as próprias regras de atuação, elaborando os seus “Contratos de Trabalho” para tanto se utilizou a dinâmica “Passe o Problema” para promover um “*brainstorming*” oral e escrito sobre problemas comuns no desenvolvimento de trabalhos em equipes, ocasionados pelos próprios estudantes.

Destaca-se que a composição das equipes e quais papéis deveriam ser desempenhados foram definidos pela professora no primeiro módulo, já a escolha de papéis coube aos membros de cada equipe por consenso. Houve troca de funções a cada módulo, para que os estudantes pudessem desempenhar todos os papéis.

A segunda etapa denominada “Garantia de Preparação” caracterizou-se pela realização em aula dos TGP individuais e em equipe com *feedback* imediato da professora às equipes. Na sequência se oportunizou as apelações às equipes e novo *feedback* do professor.

A terceira etapa “Aplicação” foi realizada pelos estudantes com tutoria da professora e foi caracterizada pela resolução de experimentos, desafios e problemas de caráter significativo. Cada equipe recebeu o mesmo material que as demais, teve que fornecer uma resposta sintetizada e fazer sempre que pertinente relatos simultâneos.

Para cada etapa foi realizada uma avaliação individual. Já as demais atividades de cada fase compuseram uma nota de somatório, sendo 50% referentes à participação individual e 50% à da equipe. Para as atividades de “preparação” foi considerada a realização e, nas atividades de aula, o empenho, participação, cumprimento dos prazos e acertos prévios.

## RESULTADOS

A composição dos times feita pela docente para a metodologia TBL, a princípio, gerou desconforto nos estudantes, pois os mesmos estavam acostumados a fazê-la. Porém, após a explicação da professora, alertando que na vida real eles iriam compor equipes organizadas por terceiros e teriam que se adaptarem a essas composições, os mesmos mostraram-se mais receptivos à experiência, tanto que no final do semestre a apontaram como positiva.



A elaboração do “Contrato de Trabalho” por cada equipe foi essencial, pois cada membro pode participar da composição das regras de atuação no time e assim já ficou ciente das consequências pelo descumprimento das mesmas.

Assim, tanto a característica de formação das equipes, quanto a elaboração do contrato de trabalho, na medida em que auxiliaram os estudantes a participar e cooperar com os outros colegas, contribuíram com um dos pilares da educação apontados por Delors (2000) o “aprender a viver juntos”,

No primeiro encontro do semestre foi realizada uma avaliação diagnóstica com conhecimentos chaves que iriam ser trabalhados, onde foi atingida a média de 6,1 da turma. Embora essa avaliação não tenha sido novamente feita no final do semestre para estabelecer um comparativo, percebeu-se nas avaliações individuais de cada módulo uma evolução na aprendizagem dos conteúdos abordados na mesma, caracterizada também pelo aumento das médias da turma.

Com o desenvolvimento do projeto pode-se perceber que gradativamente, a cada módulo, uma maior quantidade de estudantes passou a se “preparar” fazendo as leituras e atividades pré-aula disponibilizadas no AVA, para tanto foram utilizados os registros estatísticos de acesso e de resultados do mesmo.

O aumento na “preparação” dos estudantes refletiu-se positivamente na etapa de “garantia de preparo” de cada módulo, percebida pelo maior número de acertos aos testes (iRAT e gRAT) e também pela maior participação nas aulas, tanto em quantidade quanto em qualidade das perguntas, respostas e argumentações mais sustentadas com base nos conteúdos-chave previamente estudados. Portanto, percebe-se neste contexto, a importância da aquisição de instrumentos que levem à compreensão, caracterizando o “aprender para conhecer” (DELORS, 200).

A frequência às aulas também aumentou, merecendo destaque nas aulas da etapa de “realização” que envolviam trabalho prático em equipe, onde houve pontualidade, todos os materiais necessários foram trazidos e a presença foi acima de 90%, sendo as faltas justificadas às equipes e repassadas à professora. Dessa forma, os demais colegas conseguiam suprir as demandas do estudante que faltava e repassava a este, posteriormente, atividades para compensar àquelas que não pôde realizar.

Quanto às atividades da etapa de realização, vale destacar, que a princípio, ao receber o “problema” os estudantes apresentavam dificuldade de encontrar as respostas, como ocorrido no módulo I, no qual a atividade de realização caracterizou-se pela busca



às respostas a três experimentos desenvolvidos na aula abrangendo conceitos básicos de corrente elétrica. Assim, os mesmos foram orientados a seguir cinco passos: 1- Identificar o que sabiam sobre o mesmo; 2- Identificar o que precisam saber o mesmo; 3- Identificar como fazer para conseguir resolvê-lo; 4- Resolver o problema, permitindo-se o erro; 5- Identificar as barreiras e fatos positivos para a resolução do problema.

Na etapa de realização nos demais módulos, percebeu-se que a sistemática de passos para a resolução de problemas foi assimilada, pois ao receber os desafios, os estudantes já se organizavam sem auxílio da docente. Pressupondo-se, neste caso, que houve aprendizagem de forma mais qualitativa, proporcionando preparo para outras aprendizagens.

Vale destacar, que no módulo IV, na etapa de realização, os estudantes já com domínio das etapas de resolução de problemas, foram desafiados a construir um protótipo de um “aerogerador” e, para tanto, precisavam, entre outros: utilizar os conceitos abordados nos módulos anteriores, buscar informações com professores de outras disciplinas e com profissionais em áreas afins; e ainda identificar e adquirir materiais com o menor custo possível. Esses requisitos que tinham o intuito de leva-los a “aprender a fazer”, foram atendidos pelas equipes, levando os estudantes a uma maior autonomia e eficácia da resolução dos problemas significativos, o que auxiliou na motivação dos mesmos, favoreceu a criatividade, a capacidade de trabalhar em equipe e principalmente, os auxiliou na identificação dos problemas e na busca por soluções (DELORS, 2000; SPRICIGO; OLIVEIRA; MARTINS, 2016).

No final do semestre, os estudantes avaliaram a si mesmos e os colegas da equipe quanto à pontualidade, responsabilidade e coletividade, tanto em relação ao contrato de trabalho quanto em relação aos papéis desempenhados. Os resultados desta avaliação foram similares aos da professora, o que demonstrou um grau de maturidade em relação à responsabilidade ética, descaracterizando o cooperativismo comum nestes tipos de avaliações.

Ainda, no final do módulo IV também foi solicitado aos alunos que apresentassem os pontos positivos, negativos e sugestões de melhoria em relação à metodologia utilizada e à professora nos quesitos: 1- A metodologia auxiliou na aprendizagem de conteúdo; 2- A metodologia aplicada contribui com outras aprendizagens além do conteúdo; 3- Os demais colegas da equipe contribuíram com seu



aprendizado; 4- A professora proporcionou orientação para o desenvolvimento da atividade.

Entre os pontos positivos destacou-se no primeiro item o preparo prévio e os testes que, segundo os alunos, não só os acostumaram a uma rotina de estudo, como os mesmos começaram a entender a importância de serem mais proativos neste sentido. No item dois, os estudantes destacaram que aprenderam a trabalhar em equipe e perceberam a importância da responsabilidade de cada um para o sucesso da mesma, pois se um não cumprisse a sua parte, prejudicaria os demais. Quanto ao item três, os estudantes relataram como “muito importante” a contribuição dos outros componentes da equipe para o seu aprendizado, pois perceberam que ao ajudar o colega também aprendiam e os que tinham dificuldade conseguiram compreender melhor os assuntos.

Já no item quatro, sobre atuação da professora, os alunos relataram que perceberam um bom direcionamento e indicaram como positivo as aulas serem mais práticas e dependerem mais dos próprios alunos o ato de aprender.

## CONCLUSÃO

Neste projeto, ao utilizar a metodologia ativa TBL buscou-se contribuir com os quatro pilares da aprendizagem para o século XXI. A formação das equipes, os contratos de trabalhos com distribuição e rotatividade de papéis conseguiram auxiliar na aprendizagem dos estudantes criando perspectivas como a liderança e a colaboração entre pares.

Os problemas, reportagens, vídeos, desafios e exercícios foram selecionados para contribuir com uma aprendizagem mais profunda, e ao longo do semestre tornou-se perceptível nos estudantes, por meio de suas atitudes, reações e pela realização das atividades propostas, a melhora em suas habilidades de analisar, criticar, avaliar e criar conhecimento.

O envolvimento dos estudantes com problemas reais, principalmente nas etapas de realização da TBL, permitindo-se o erro, demonstrou ser um possível agente motivador, desencadeando maior realização das atividades pré-aula, frequência e pontualidade, bem como maior interesse em aprofundar os conhecimentos.



Ao desenvolver as atividades em equipes, permitindo-se o diálogo na correção dos possíveis erros, percebeu-se uma maior interação entre pares e destes com a docente.

A necessidade de buscar as respostas aos problemas levou os estudantes a realizarem maior interação com professores de outras disciplinas e com profissionais de áreas afim.

As atividades práticas, embasadas com estudo prévio e aprofundadas com o *feedback* docente, aperfeiçoaram gradativamente nos discentes as habilidades de pesquisar, aplicar conhecimentos e de compartilhar os resultados ao longo do semestre.

As ações para divulgação do trabalho, que couberam aos discentes, foram caracterizadas pela apresentação dos trabalhos práticos em sala de aula para os colegas de outras equipes e pela divulgação de imagens do desenvolvimentos destas em redes sociais. Coube à professora, no contexto Institucional, apresentar os resultados desse projeto na VII Semana de Ciência e Tecnologia e em reunião de Colegiado do Curso de Engenharia Ambiental. Também será estruturada capacitação sobre a metodologia utilizada aos professores da UNACET e demais interessados. Vale informar que este projeto foi redimensionado para a mesma disciplina e será replicado em outras disciplinas, após os ajustes necessários.

Uma das dificuldades por parte da docente para a realização do TBL foi o pouco tempo existente para a elaboração das atividades complexas como a definição de formas de promover o rápido *feedback* e a elaboração de rubricas de avaliação. Neste sentido, as quantificações dos resultados com base em dados estatísticos ficaram deficientes, justificando-se a falta de apresentação destas neste artigo.

Entre as recomendações aos docentes que pretendem utilizar o TBL primeiramente estão conhecer e/ou aprofundar os conhecimentos sobre: os pilares da educação para o século XXI, os princípios do *backward design*, os princípios e passos da TBL; conceitos e tipos de motivação e avaliação por competências.

Outra recomendação aos iniciantes seria utilizar a TBL no semestre letivo em um módulo apenas, depois, a partir da experiência ir aumentando gradativamente. Essa recomendação se justifica pelo necessidade de tempo para o docente entre outros: planejar, organizar, promover *feedback*, criar formas de avaliar a disciplina e de quantificar os resultados.



Considerando o exposto, conclui-se que a aplicação da metodologia ativa TBL motivou mais os estudantes da disciplina de Energia e Meio Ambiente do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária e possibilitou a estes ampliar a capacidade de comunicação, argumentação, responsabilidade e construção coletiva atingindo-se assim o objetivo geral deste projeto.

**Fonte Financiadora:** EDITAL Nº 257/2015 PROGRAD

## REFERÊNCIAS

BERBEL, N.A.N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes.

**Semina:** Ciências Sociais e Humanas, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011.

Disponível em:

<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminasoc/article/view/10326/10999>. Acesso em: 09 mar. 2016. 14:30.

BORDENAVE, J.D.; PEREIRA, A.M. **Estratégias de ensino-aprendizagem**. 33 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2015. 357p.

DELLORS, J. **Educação: um tesouro a descobrir**. 4. ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: MEC:UNESCO, 2000. 288p.

GADOTTI, M. **História das ideias pedagógicas**. 8 ed. São Paulo: Ática, 1999. 319p.

LINDER, K.E.; COOPER, F.R.; MCKENZIE, E.M.; RAESCH, M.; REEVE, P.A. (2014).

**Intentional teaching, Intentional Scholarship:** applying backward design principles in a faculty Writing Group. *Innov. High Educ*, New York, v. 39, p.217-229, jun. 2014. Disponível em: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10755-013-9273-0/fulltext.html>. Acesso em: 15 set.2016. 15:00.

MICHAELSEN, L.K. Getting Started with Team Based Learning. In: Michaelsen L.K.; Knight A B, Fink L.D. editors. **Team-Based Learning: A transformative use of small groups**. PRAEGER, 2002.

MICHAELSEN LK.; SWEET, M.; PARMELEE, D.X. (ed). **Team-Based Learning: small-group learning's next big step: New directions for teaching and learning**, 7-27. n.116. Winter, 2008.

SPRICIGO, C.B.; OLIVEIRA, J. ; MARTINS, V. (org). **Mosaico de cinco cores: princípios orientadores para os processos de ensino e aprendizagem na educação superior**. Curitiba: PUCPress, 2016. 126p.