



Encontro Internacional
de Produção Científica
24 a 26 de outubro de 2017

OTIMIZAÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO CF40–G1 EXECUTADO PELA COHAPAR PELO PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO – PAC

Allan Barbeiro Modos¹, Arthur Pereira Neto², Eloah Maria Machado Davante³, Heloisa Helena da Silva Machado⁴, Berna Valentina Bruit Valderrama⁵, Júlio César Dainezi de Oliveira⁶

¹Engenheiro Civil, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário de Maringá - UNICESUMAR.allan.b.modos@gmail.com

²Engenheiro Civil, Pós-Graduando em Infraestrutura de Rodovias, Faculdade de Engenharias e Arquitetura - FEITEPE arthurmaringa@hotmail.com

³Acadêmica do Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Maringá - UEM. eloah.machado@gmail.com

⁴Orientadora, Mestre, Centro de Tecnologia, Universidade Estadual de Maringá - UEM. helo.machado@gmail.com

⁵Orientadora, Doutora, Departamento de Arquitetura, Centro Universitário de Maringá - Unicesumar. berna.medina@unicesumar.edu.br

⁶Docente, Doutor, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Maringá - UEM. jcdoliveira@uem.br

RESUMO

De forma análoga, inserir o contexto de sustentabilidade em uma sociedade capitalista exige uma boa prova de que haverá retorno financeiro e uma certa margem de lucro já que o custo de implantação é maior quando comparado com um projeto tradicional. Assim foi analisado um projeto executado pela Companhia de Habitação do Paraná a fim de conferir se o projeto está de acordo com o código de obras do município e se ele atende características mínimas de eficiência que o imóvel deve apresentar. Foram avaliadas as características de iluminação mínima do projeto junto com diferentes variações no tipo de lâmpadas, alterando as demandas de energia com iluminação, e também avaliado o custo unitário da residência, sem as alterações necessárias, e o custo final com as suas otimizações. Neste trabalho foi exposto um comparativo bruto entre a funcionalidade de uma edificação “popular”, subsidiada com recursos do PAC, e a respeitabilidade ao código de obras da cidade de Maringá, além do e funcionamentos como iluminação natural e o custo do Projeto Padrão (PP) e de sua adequação chamado de Projeto Otimizado (PO).

PALAVRA-CHAVE: Otimização de projetos, Comparativo de custo, Redução de Consumo.

1. INTRODUÇÃO

O conceito de Construção Sustentável baseia-se no desenvolvimento de modelos que permitam à construção civil enfrentar e propor soluções aos principais problemas ambientais de nossa época, sem renunciar à moderna tecnologia e a criação de edificações que atendam às necessidades de seus usuários.

As construções sustentáveis ou eco construções ganham espaço a cada ano no cenário mundial, assim como o desenvolvimento de novas tecnologias e práticas de referências que permitem a implementação do desenvolvimento sustentável no setor da construção civil

O conceito de ecoedifício propõe o conhecimento e a atuação sobre os ciclos de recursos e energias, avaliando suas inter-relações, desde a concepção do projeto à demolição, com estrutura dinâmica e progressiva, integra indivíduo, ecossistemas e edifício de forma a permitir a ocorrência de relações sinérgicas entre esses elementos (ADAM, 2001; OLIVEIRA et al, 2016)

A construção sustentável é complexa e tem caráter multidisciplinar, identificando problemas e apresentando soluções com foco nas questões ambientais, com uso de tecnologias limpas de forma a atender às necessidades dos seus moradores (ARAÚJO, 2010).

A habitação salubre (saudável, higiênica, benéfica) deve atender as necessidades humanas pertinentes aos aspectos fisiológicos (funções do organismo), psicológicos (mentais), de proteção contra contágios (doenças de contato) e segurança (proteção contra acidentes). Detalhando o aspecto fisiológicos no quesito conforto, os seguintes itens são importantes: temperatura e umidade adequada, ventilação e arejamento suficientes, iluminação adequada (natural e artificial), proteção contra ruídos excessivos, espaço suficiente. (PINHEIRO & CRIVELARO, 2013, p. 11)



Encontro Internacional
de Produção Científica
24 a 26 de outubro de 2017

Na construção sustentável o conceito de sustentabilidade está associado à economia de recursos naturais e à Bioclimatologia, uma vez que as condições climáticas locais devem ser consideradas no desenvolvimento dos projetos, observando o uso de recursos renováveis e a redução na geração de resíduos e poluição, visando a maior eficiência no uso de recursos naturais, a autolimitação do consumo, redução na geração de resíduos, preservação do ambiente natural nos espaços urbanos e a melhoria do ambiente construído, proporcionando qualidade de vida à população (SACHS, 1993, MMA, 2016).

O Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) foi fundado em 2007, durante segundo mandato do presidente Luís Inácio Lula da Silva, promoveu a retomada do planejamento e execução de grandes obras de infraestrutura social, urbana, logística e energética do país, contribuindo para o seu desenvolvimento acelerado e sustentável.

O PAC busca atender aos preceitos da Agenda 21 (1992) para a Construção Sustentável em países em desenvolvimento, na qual é definida como "um processo holístico que aspira a restauração e manutenção da harmonia entre os ambientes natural e construído, e a criação de assentamentos que afirmem a dignidade humana e encorajem a equidade econômica".

A adequação ou otimização de edificações, para que estas atendam às características da construção sustentável, pode ser realizada a partir de alterações simples como aumento da incidência de luz natural ou a troca das lâmpadas de alto consumo por lâmpadas de baixo consumo, o que já pode configurar como uma redução significativa no custo operacional do imóvel.

Mahfuz (2006) afirmam que se pode tentar uma redefinição dos aspectos essenciais da arquitetura por meio de um quaterno composto de três condições internas ao problema (programa, lugar e construção) e uma condição externa.

A gestão do ambiente construído, assim como a construção em si, devem ser observadas sob a perspectiva do ciclo de vida do produto ou do projeto.

Nesse contexto, o presente projeto teve por objetivo avaliar as características da implantação do projeto CF40-G1 da COHAPAR para otimizar o uso da iluminação natural, reduzir custos com energia elétrica e calcular o custo do Projeto Padrão e do Projeto Otimizado.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido a partir da análise de um projeto padrão utilizado na implantação do PAC no Paraná e avaliação das ações possíveis e necessárias para adequação desse projeto às características da construção sustentável. A avaliação foi realizada considerando a implantação do projeto em Maringá-PR, ou seja, atendendo às normas vigentes da construção civil no município.

O desenvolvimento do trabalho foi dividido em duas fases: 1- análise do Projeto Arquitetônico Padrão CF40-G1 denominado PP: o projeto foi cedido para Companhia de Habitação do Paraná (COHAPAR), sendo este um modelo utilizado em implantações de conjuntos habitacionais subsidiados pelo programa PAC em diversos municípios; 2- proposição de projeto de adequação, chamado de Projeto Otimizado (PO).

Na primeira fase foi analisado o projeto padrão e destacadas suas características, observando área construída, distribuição dos ambientes, disposição de portas e janelas e áreas de circulação em relação às condições de iluminação natural, com base em normas NBR 5413 e na Lei Complementar nº 910/2011 que dispõe sobre o Código de Obras do município.

A segunda fase do projeto foi propor uma reformulação do projeto avaliado e propor o Projeto Otimizado no qual é apresentado as alterações realizadas para que o projeto.



2.1. ILUMINAÇÃO

A quantidade de luz incidente no projeto foi observada considerando a NBR 5413 – Iluminação de Interiores, que fornece diversos fatores pré-fixados para projeto de diferentes ambientes. Para analisar se a iluminação artificial por ambiente está dimensionada de maneira correta calcula-se o dimensionamento mínimo pela **Equação 1** apresentada abaixo.

$$Lux = \frac{\text{Fluxo Luminoso da Lâmpada}}{\text{Área do ambiente}} \quad \text{Eq. 1}$$

Para o cálculo é necessário a escolha de um tipo de lâmpada para que seja possível calcular a quantidade de LUX necessária para a sala em questão: incandescente, fluorescente compacta e LED. Atualmente o tipo LED tem o melhor custo-benefício com menor consumo de energia e número de lâmpadas trocadas (PLANETA SUSTENTÁVEL, 2015).

Entretanto, o cálculo da iluminação não é feito levando em consideração apenas parâmetros artificiais, calcula-se também a irradiação solar, atendendo às exigências do Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito (CRESESB), onde estão disponíveis as médias da irradiação mensais para cada ano.

Para calcular a demanda de energia na iluminação é necessário conhecer a quantidade de lâmpadas a serem usadas no projeto levando em consideração a iluminação natural e as características do projeto arquitetônico. A norma NBR 5413 apresenta os valores mínimos, médios e máximos de lumens para iluminar os ambientes de forma a identificar a quantidade de lâmpadas para as situações de conforto Luminotécnica (Tabela 1).

Tabela 1: Demanda de Lumens para iluminar os ambientes do imóvel

ILUMINAÇÃO MÍNIMA PARA OS AMBIENTES DO IMÓVEL															
Ambientes	C (m)	L (m)	A (M ²)	PD (m)	PD. (m)	Ind .	Ilu .	Iluminância (lux)			Útil	Depreciação	Fluxo Luminoso (lm)		
								Mín .	Méd .	Máx .			Mín .	Méd .	Máx .
Sala	3	3	10	3	3	1	2	102	510	765	0	1	74	3963	19817
Cozinha	2	3	7	3	3	1	2	72	216	360	0	1	44	1975	5925
Banheiro	2	1	3	2	2	0	1	9	35	59	0	1	10	92	369
Circulação	1	1	1	3	3	0	1	28	83	138	0	1	3	119	358
Quarto I	3	2	7	3	3	1	2	73	218	363	0	1	44	2008	6024
Quarto II	2	4	8	3	3	1	2	84	252	420	0	1	55	2688	8064

No município de Maringá, além da Norma NBR 5413, a iluminação natural para o município deve atender o mínimo de 20% de incidência de luz natural previsto na Lei Complementar N° 910/2011. (Tabela 2).

Tabela 2: Iluminância geral dos ambientes NBR 5413

ILUMINÂNCIA PARA INTERIOR DE RESIDÊNCIAS			
Ambiente	Medidas em lux		
	Mínimo	Médio	Máximo
Sala	100	500	750
Cozinha	100	300	500
Circulação	75	300	500
Banheiro	100	300	500
Quarto	100	300	500



2.2. CUSTOS DA OBRA

O levantamento de custos da obra foi baseado no cálculo individual do projeto padrão e do projeto proposto utilizando o Custo Unitário Básico (CUB), o indicador de custos mais indicado para o setor da construção civil no município de Maringá.

O CUB é um orçamento simplificado que leva em consideração basicamente 4 fatores: materiais, mão de obra, equipamentos utilizados durante a construção e a área construída. O cálculo é realizado pela seguinte equação:

$$CUB = \frac{\text{Material} + \text{Mão de Obra} + \text{Equipamentos}}{\text{Área do Ambiente}}$$

Eq. 2

No Paraná o CUB é lançado mensalmente pelo Sindicato da Indústria da Construção SINDUSCON e conta com fator de correção de 10% e os projetos estão classificados em projetos residenciais, comerciais e industriais. Na tabela 3 estão classificados os projetos residenciais segundo sua tipologia.

Tabela 3: Nomenclatura da tabela CUB Paraná

NOMENCLATURA DOS PROJETOS PADRÃO RESIDENCIAIS CUB - SINDUSCON			
Tipo	PROJETOS	Padrão de Acabamento	Projetos Padrões
R - 1	Residencial unifamiliar	Baixo	R 1 - B
		Normal	R 1 - N
		Alto	R 1 - A
PP - 4	Prédio Popular	Baixo	PP 4 - B
		Normal	PP 4 - N
R - 8	Residência Multifamiliar	Baixo	R 8 - B
		Normal	R 8 - N
		Alto	R 8 - A
R - 16	Residência Multifamiliar	Normal	R 16 - N
		Alto	R 16 - A

Fonte: CUB - SINDUSCON (2016)

Para o levantamento de custos do Projeto Padrão foi adotado o padrão R 1 – B, que atende às características do projeto analisado, e utilizado o coeficiente de qualidade em 40%, que representa a qualidade dos materiais que serão empregados na edificação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. CARACTERÍSTICAS DO PROJETO ARQUITETÔNICO PADRÃO (PP)

O PP é constituído por dois dormitórios, um banheiro, uma cozinha e uma sala de estar, totalizando em 40,80M² de área construída. Destaca-se que todos os ambientes possuem janelas e portas para aproveitamento de iluminação e ventilação natural (Figura 1).

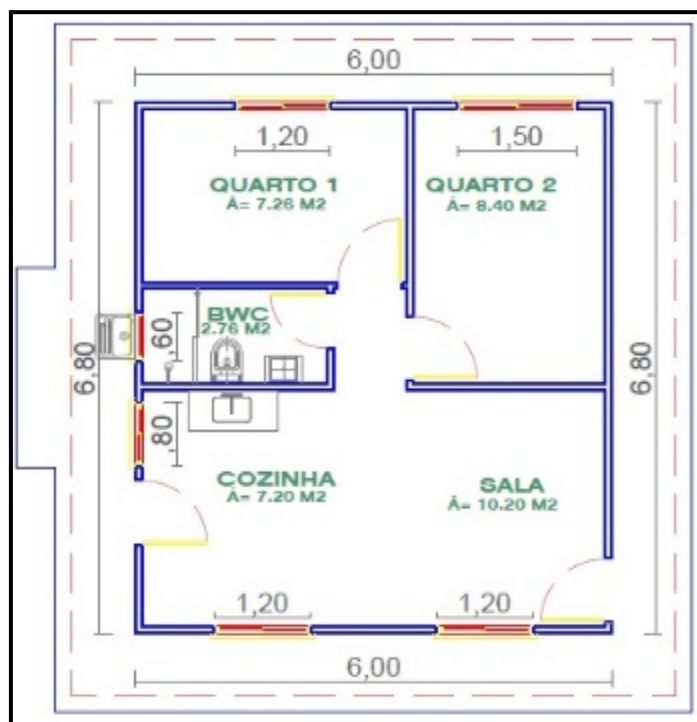


Figura 1: Projeto Padrão (PP) CF40-G1.

Na Tabela 4 estão especificados os ambientes do projeto padrão e sua área útil correspondente, totalizando 36,99M².

Tabela 4: Área útil por ambiente do Projeto Padrão

ÁREA ÚTIL DE UTILIZAÇÃO DA RESIDÊNCIA	
Ambiente	Área do Ambiente M ²
Sala	10,2
Cozinha	7,2
Banheiro	2,76
Quarto	7,26
Quarto Casal	8,4
Circulação	1,17
Área Útil	36,99

Após analisar os vãos de abertura das janelas apresentados no PP e compara-los com a NBR 5413 e identificar os padrões específicos para iluminação verificou-se irregularidades no não atendimento a norma vigente. Desta forma, foi elaborado o Projeto Otimizado (PO) para atender às normas visando o melhor aproveitamento de iluminação natural, a fim de reduzir custos com energia elétrica (Figura 2).

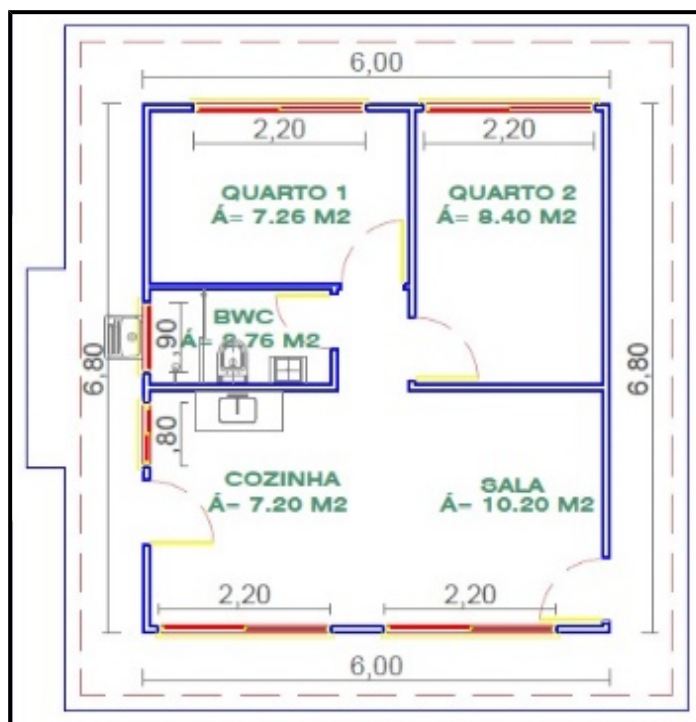


Figura 2: Projeto Otimizado (PO)

Na Tabela 5 é apresentada a comparação da abertura para ventilação e iluminação mínima exigida no município entre o projeto Padrão (PP) e o Projeto Otimizado (PO).

Tabela 5: Vãos livre das janelas apresentando as diferenças entre PP e PO

COMPARATIVOS ENTRE AS ABERTURAS DE JANELAS DO PP E DO PROJETO MODIFICADO										
Ambiente	Características do Ambiente				Janelas Padrão (PP)			Janelas Otimizado (PO)		
	Largura	Altura	Área M ²	Vão min	Largura	Altura	Área	Largura	Altura	Área
Sala	3,40	3,00	10,20	2,04	1,20	1,00	1,2	2,20	1,00	2,2
Cozinha	2,40	3,00	7,20	1,03	1,20	1,00	2	2,20	1,00	3
Banheiro	2,30	1,20	2,76	0,39	0,60	0,60	0,36	0,90	0,60	0,54
Quarto	3,30	2,20	7,26	1,45	1,20	1,00	1,2	2,20	1,00	2,2
Quarto Casal	2,40	3,50	8,40	1,68	1,50	1,00	1,5	2,20	1,00	2,2
Circulação	0,90	1,30	1,17	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0

Analisando a tabela 5 verificou-se que a área mínima para ventilação e iluminação exigidas na LC 910/2011 não foi respeitada pelo PP, o que significa que todas as obras executadas segundo esse projeto na cidade a partir de 2011 não atendem ao Código de Obras do município.

As adequações dos vãos livres de janelas foram ampliadas, em média, 62% melhorando a temperatura ambiente no interior da residência e aumentando o potencial de iluminação natural, reduzindo assim o consumo de energia elétrica com iluminação artificial.

3.2. DEMANDA DE ENERGIA PARA ILUMINAÇÃO

A análise do comportamento da irradiação solar no plano horizontal para o município de Maringá-PR ao longo do ano de 2015 indicou um longo período de iluminação natural que, se utilizado de maneira correta, pode reduzir o consumo de energia elétrica (Figura 3).



Encontro Internacional
de Produção Científica
24 a 26 de outubro de 2017

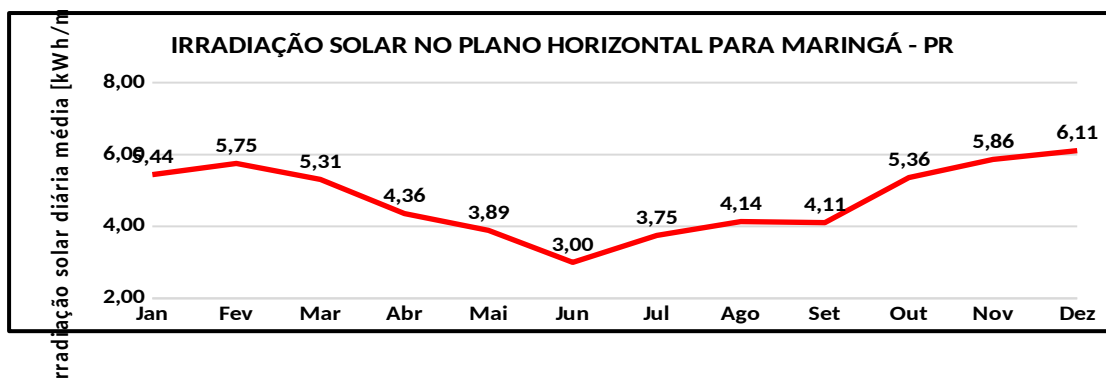


Figura 3: Irradiação solar no plano horizontal para a cidade de Maringá.

Fonte: CRESESB (2016)

A avaliação da iluminação natural aplicando o aumento médio de 62% obtido no PO possibilitou identificar o aumento da iluminação natural no PO por metro quadrado de área em relação ao PP (Tabela 6).

Tabela 6: Iluminação natural do Projeto Otimizado para atender à exigência LC 910/2011 de iluminação natural

ILUMINAÇÃO NATURAL COM ALTERAÇÃO NO VÃO DAS JANELAS							
Ambiente	Área do Ambiente			Iluminação natural PP		Iluminação natural PO	
	Largura	Altura	Área M²	Kwh Médio	Kwh Total	Kwh Médio	Kwh Total
Sala	3,40	3,00	10,20	4,76	48,52	7,71	78,66
Cozinha	2,40	3,00	7,20	4,76	34,25	7,71	55,52
Banheiro	2,30	1,20	2,76	4,76	13,13	7,71	21,28
Quarto	3,30	2,20	7,26	4,76	34,53	7,71	55,99
Quarto Casal	2,40	3,50	8,40	4,76	39,96	7,71	64,78
Circulação	0,90	1,30	1,17	4,76	5,57	7,71	9,02

Ao realizar a comparação no aproveitamento da iluminação natural, foi necessário calcular a quantidade de watts que serão utilizados para iluminar cada ambiente:

$$Watt = \frac{\text{Área do Ambiente} * \text{Valor da NBR 5410}}{10}$$

Eq. 3

Utilizando a Iluminância geral dos ambientes (NBR 5413), efetuou-se a conversão do resultado em Watts dividindo o resultado por 10.

Tabela 7: Quantidade de watts necessários para iluminar os ambientes do projeto

QUANTIDADE DE WATTS PARA ILUMINAR OS AMBIENTES							
Ambiente	LUX - NBR 5410			Área M²	Quantidade Watt por ambiente		
	Mín.	Méd.	Máx.		Mín.	Méd.	Máx.
Sala	100	500	750	10,20	102,00	510,00	765,00
Cozinha	100	300	500	7,20	72,00	216,00	360,00
Circulação	75	300	500	1,17	8,78	35,10	58,50
Banheiro	100	300	500	2,76	27,60	82,80	138,00
Quarto	100	300	500	7,26	72,60	217,80	363,00
Quarto Casal	100	300	500	8,40	84,00	252,00	420,00



Quando comparados os resultados das Tabelas 6 e 7 obteve-se o consumo em Watts por projeto, conforme demonstrado na Tabela 9.

Tabela 9: Consumo de Watts para a iluminação da residência, evidenciando a redução no consumo entre os projetos

ILUMINAÇÃO DO AMBIENTE CONSIDERANDO A ILUMINAÇÃO NATURAL											
Ambiente	Lumens por Ambiente			Iluminação natural (kwh)		Lumens PP			Lumens PO		
	Mín.	Méd.	Máx.	PP	PO	Mín.	Méd.	Máx.	Mín.	Méd.	Máx.
Sala	74	3963	19817	49	79	26	3915	19769	-4	3885	19738
Cozinha	44	1975	5925	34	56	10	1941	5890	-12	1919	5869
Circ.	10	92	369	13	21	-3	79	356	-11	71	348
Banheiro	3	119	358	35	56	-32	85	323	-53	63	302
Quarto	44	2008	6024	40	65	4	1968	5984	-21	1943	5959
Quarto Casal	55	2688	8064	6	9	49	2682	8058	46	2679	8055

Com os resultados da análise comparativa verificou-se que a iluminação mínima prevista na norma NBR 5413 não é atendida pelo PP, o que foi proposto solução pelo PO para iluminar o ambiente.

Na Tabela 10 são demonstrados os resultados comparativos entre os tipos de lâmpadas (incandescente, fluorescente e LED), considerando os valores médios de lux contido na NBR 5413, para determinação da quantidade de cada tipo de lâmpada a ser utilizado por ambiente de cada projeto. Nesta tabela é possível perceber que as quantidades de pontos de lâmpadas não sofrem alteração, porém ao se trocar o tipo de lâmpada a queda no consumo de energia elétrica é significativamente alto.

Tabela 10: Quantitativo de lâmpadas necessárias para iluminar os ambientes

LEVANTAMENTO DE QUANTIDADE DE LÂMPADAS E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA COM ILUMINAÇÃO											
Ambientes	Lumens PP	Lumens PO	Fluxo luminoso da Lâmpadas			N. de Lâmpadas Incandescentes		N. de Lâmpadas Fluorescentes		N. de Lâmpadas LED	
			Inca.	Fluo.	LED	PP	PO	PP	PO	PP	PO
Sala	3915	3885	1380	2700	600	3	3	1	1	3	3
Cozinha	1941	1919	1380	2700	600	1	1	1	1	1	1
Banheiro	79	71	1380	2700	600	1	1	1	1	1	1
Circulação	85	63	1380	2700	600	1	1	1	1	1	1
Quarto	1968	1943	1380	2700	600	1	1	1	1	1	1
Quarto Casal	2682	2679	1380	2700	600	2	2	1	1	2	2
Total de lâmpadas (Unid.)						9	9	6	6	9	9
Total Watts						1043	1037	201	200	137	136

A análise do resultado referente à quantidade de lâmpadas utilizadas por projeto não apresentou diferença significativa entre o número de lâmpadas instaladas, entretanto cabe ressaltar a avaliação do consumo em Watts: as lâmpadas incandescentes e fluorescentes têm um consumo de energia muito superior quando comparadas as de LED.

A substituição das lâmpadas e a adequação da iluminação do projeto a fim de atender às exigências da Lei 910/2011 representaram uma redução de, aproximadamente, 900 Watts de potência, o que impacta diretamente no orçamento da obra, reduzindo os custos com a instalação e passagem de fiação elétrica, maior conforto e economia financeira com consumo de energia para os habitantes da moradia.



Encontro Internacional
de Produção Científica
24 a 26 de outubro de 2017

3.3. ORÇAMENTO COMPARATIVO

O cálculo foi realizado considerando a variação do CUB mensal, para a média dos valores por metro quadrado do ano de 2015 que variou entre R\$ 1.136,00 reais em janeiro e 1.227,00 em dezembro do mesmo ano.

Ao comparar os projetos PP e PO no orçamento por estimativa utilizou-se a média anual do CUB resultando no custo de R\$ 1.181,50 por metro quadrado. Levando em consideração a média para o ano de 2015 e um coeficiente de qualidade de 40%, o custo final do projeto padrão foi estimado em, aproximadamente, R\$ 20.000,00. Com as adequações do projeto, visto que alguns materiais foram modificados, como por exemplo, o uso de vidro temperado em substituição às venezianas, o coeficiente de qualidade utilizado foi de 45% e o custo final do projeto foi de R\$ 22.000,00.

Destaca-se que o aumento no custo da obra foi de apenas 10%, o que em larga escala, ou seja, na implantação de um conjunto habitacional com compras em grande quantidade proporcionando boas negociações, entende-se com um aumento sem grande relevância.

Representando de forma mais objetiva as alterações propostas estão expostas na Tabela 11 exposta a seguir:

Tabela 11: Apresentação dos resultados das alterações propostas para adequação de PP para PO

Resultado de Estudo de apresentação										
Ambiente	Dimensões		Área (m ²)	Min. de abertura (m ²)	Iluminação natural PP			Iluminação natural PO		
	Largura	Altura			Abertura	Kwh Médio	Kwh Total	Abertura	Kwh Médio	Kwh Total
Sala	3,4	3	10,2	2,04	1,20	4,76	48,52	2,2	7,71	78,66
Cozinha	2,4	3	7,2	1,44	2,00	4,76	34,25	3	7,71	55,52
Banheiro	2,3	1,2	2,76	0,552	0,36	4,76	13,13	0,54	7,71	21,28
Quarto	3,3	2,2	7,26	1,452	1,20	4,76	34,53	2,2	7,71	55,99
Quarto Casal	2,4	3,5	8,4	1,68	1,50	4,76	39,96	2,2	7,71	64,78
Circulação	0,9	1,3	1,17	0	0,00	4,76	5,57	0	7,71	9,02
Total					CUB	R\$ 20.000,00		CUB	R\$ 22.000,00	

4. CONCLUSÃO

A gestão do ambiente construído assim como a edificação em si deve ser observada sob a perspectiva do ciclo de vida do produto ou do projeto. O grande desafio está na implantação do conceito sustentabilidade em edificações já existentes, dados conceitos culturais e a legalidade política do país.

Após a análise do Projeto Padrão verificou-se que a área mínima para ventilação e iluminação exigidas na LC 910/2011 não foi respeitada, o que significa que todas as obras executadas segundo esse projeto no município a partir de 2011 não atendem ao Código de Obras vigente.

As adequações para regularização dos vãos livres e janelas foram ampliadas, em média, 62% melhorando a temperatura ambiente no interior da residência e aumentando o potencial de iluminação natural, reduzindo assim o consumo de energia elétrica com iluminação artificial.

Para adequação do projeto é necessário que seja realizado uma revisão detalhada do projeto em caráter de readequação a fim de encontrar possíveis erros como a falta de iluminação e ventilação mínima desconforme com o código de obras que aqui foram apontados.



Encontro Internacional
de Produção Científica
24 a 26 de outubro de 2017

A comparação do custo final do Projeto Padrão com o Projeto Otimizado verificou-se que o aumento no custo da obra foi de apenas 10%, o que em larga escala, ou seja, na implantação de um conjunto habitacional com compras em grande quantidade e boas negociações, entende-se como um aumento sem grande relevância.

Desta forma, a adequação dos projetos de implantação do governo federal é uma realidade possível e de baixo custo, que beneficiará a melhoria da qualidade de vida dos moradores além de ganhos ambientais no espaço urbano.

REFERENCIAS

ADAM, R. S. (2001). Princípio do Ecoedifício. São Paulo: Aquariana Ltda.

ÂNGULO, S. C., ZORDAN, S. E., & JOHN, V. M. (s.d.). DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A RECICLAGEM DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL. São Paulo, São Paulo, Brasil: PCC - Departamento Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica.

CORRÊA, L. R. (2009). SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL. Belo Horizonte, Minas Gerais: Curso de Especialização em Construção Civil.

Costa, E. C. (2012). Arquitetura Ecológica condicionamento Térmico Natural. São Paulo: Edgard Blucher Ltda.

Custo Unitário Básico CUB. Disponível em: <http://www.cub.org.br/cub-m2-estadual/PR/>

Cunha, E. G. (2008). A tecnologia no processo de concepção arquitetônica contemporânea: análise de três obras de Norman Foster. *Arquiteturarevista*, 49.

Centro de Referência para energia Solar e Eólica Sérgio Brito. Disponível em <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata&>

Elétrica, A. N. (2012). Manual do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica. Distrito Federal: ANNEL.

FIGUEROLA, V. (Abril de 2008). *Téchne*. Fonte: *Téchne*: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/133/artigo286492-1.aspx>

Fuentes, M., & Thomas, S. (2006). *Ecohouse*. Porto Alegre: Bookman.

KWOK, A. G., & GRONDZIK, W. T. (2013). *MANUAL DE ARQUITETURA ECOLÓGICA*. PORTO ALEGRE: BOOKMAN.

Leite, C., & Awad, J. d. (2012). *Cidades Sustentáveis Cidades Inteligentes*. Porto Alegre: Bookman.

Moraes, E. (s.d.). Sala da Elétrica. Fonte: Sala da Elétrica. Disponível em: <http://www.saladaeletrica.com.br/projeto-instalacoes-eletrica-residencial-parte-3/>

MMA. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel>

MMA. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21>

PINHEIRO, A. C., & CRIVELARO, M. (2013). *CONFORTO AMBIENTAL*. TATUAPÉ: SARAIVA.
Pinho, J. T., & Galdino, M. A. (2014). *Manual de Engenharia para SISTEMAS FOTOVOLTAICOS*. Rio de Janeiro: CEPTEL - CRESESB.



X
EPCC

Encontro Internacional
de Produção Científica
24 a 26 de outubro de 2017

- Ruther, R. (2004). Edifícios Solares Fotovoltaicos. Florianópolis: UFSC/LABSOLAR.
- Santos, J. b., & Jabbour, C. J. (2012). REVISÃO DA LITERATURA RELATIVA À ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EM HOSPITAIS. II SIGA Ciência, 5.
- Solarterra, S. (s.d.). Energia Solar Fotovoltaica. São Paulo: Solarterra.
- SPITZCOVSKY, D. (01 de JUNHO de 2016). PLANETA SUSTENTÁVEL. Fonte: PLANETA SUSTENTÁVEL: <http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/desenvolvimento/certificacao-leed-o-que-e-como-funciona-o-que-representa-construcao-sustentavel-675353.shtml>
- STARTEC. (02 de ABRIL de 2015). STARTECIMPORT. Fonte: STARTEC ILUMINANDO A VIDA: <http://www.startecimport.com.br/blog/post/calculo-iluminancia-de-ambientes>
- SUSTENTÁVEIS, O. (01 de JUNHO de 2016). OBRAS SUSTENTÁVEIS. Fonte: OBRAS SUSTENTÁVEIS: <http://obrassustentaveis.com.br/sustentabilidade/selos-e-certificacoes/92-o-que-e-a-certificacao-leed-e-como-obter>
- OLIVEIRA, LacyaneKryсна dos Santos et al. SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA UMA ARQUITETURA SUSTENTÁVEL. **HOLOS**, [S.l.], v. 4, p. 217-230, set. 2016. ISSN 1807-1600. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/3981>. Acesso em: 24 out. 2016. doi:<http://dx.doi.org/10.15628/holos.2016.3981>.
- SACHS, I. Estratégias de transição para o século XXI. São Paulo: Studio Nobel/Fundap, 1993.