

4th International Workshop - Advances in Cleaner Production
São Paulo - Brazil - 22nd to 24th, May - 2013

O avanço da produção sustentável de habitações populares



BOTELHO, W. C. , VENDRAMETTO, O. , MOLLO, M.

Universidade Paulista, São Paulo

***wagner.costa.botelho@gmail.com**

Academic Work



OBJETIVO

Estudo da interferência de processos produtivos e inovados tecnologicamente, com de parâmetros sustentáveis e o estabelecimento de ferramenta comparativa entre estas habitações populares quanto a qualidade e sustentabilidade.

Os dados foram obtidos com o uso de Pesquisa *Survey* e do Método *Fuzzy*.

O objetivo da pesquisa foi alcançado com a criação de uma ferramenta consistente de comparação quanto à qualidade, a tecnologia e a sustentabilidade entre habitações populares.



A COSNTRUÇÃO CIVIL

- A gestão da construção é sobre pessoas, empresas fornecedoras de materiais e equipamentos, instaladores e supervisores, entre muitos.
- **A proteção é ao meio ambiente, ao trabalhador, a população, à segurança, à saúde, à poluição, ao desperdício de água, a ocupação de espaços, entre outras.**
- Eleitos os casos de estudo, ou seja, Habitação Popular foi definido o número mínimo de respostas necessárias para cada questionário Couto Júnior (2009), onde os questionários foram enviados para um total de 1780 Engenheiros (área da construção civil) e Arquitetos (área de Habitações) dos setores pesquisados, dentro de um período máximo de 30 dias de disponibilidade de preenchimento.



Continuação ...

Após os cálculos, conforme a teoria de Couto Júnior (2009) chegou-se a um mínimo necessário do espaço amostral de 88 respostas válidas para habitação. Dentre aos 1780 respondentes que receberam o questionário, 93 responderam.

A lógica *Fuzzy* é uma boa ferramenta para tratamentos que envolvem grandes volumes de dados com o processamento do algoritmo *Fuzzy*.

O software “*Matlab Fuzzy Logic Toolbox – Matlab 6.1*” foi o sistema especialista utilizado como um ambiente de computação científica.

Esta Lógica difere dos sistemas lógicos tradicionais pelo raciocínio aproximado, sendo interpretado como um processo de composição de relações nebulosas (GOMIDE, 2012).



Continuação ...

Algoritmos – variáveis de entrada, saída e processo

Algoritmo	Variável Linguística Independente	Função de Pertinência Termos linguísticos	Variável Linguística Dependente
	(ENTRADA)	(PROCESSO)	(SAÍDA)
	I - Materiais e equipamentos; II - Resíduos; III - Energia; IV- Infraestrutura; V - Mão de obra.	Não significante; Pouco significante; Significante; Muito significante.	Não sustentável; Parcialmente sustentável; Sustentável.



Continuação ...

- Assim, 256 regras foram obtidas do inter-relacionamento das variáveis linguísticas independentes (5) e a função de pertinência dos termos linguísticos (4), ou seja: 4^5 .
- A inferência *Fuzzy* foi implementada e apurada, com o uso do *software MATLAB v.6.1 (Fuzzy Logic Toolbox of Matlab[®], 2000)*.



RESULTADOS

- **Pelo método apresentado, onde foram desenvolvidas regras baseadas nas variáveis independentes de forma a permitir a determinação dos valores da variável dependente destes valores.**
- **Construiu-se um gráfico de tendência e o polinômio de melhor ajuste, para a alimentação do algoritmo de inferência do modelo de previsão de sustentabilidade.**



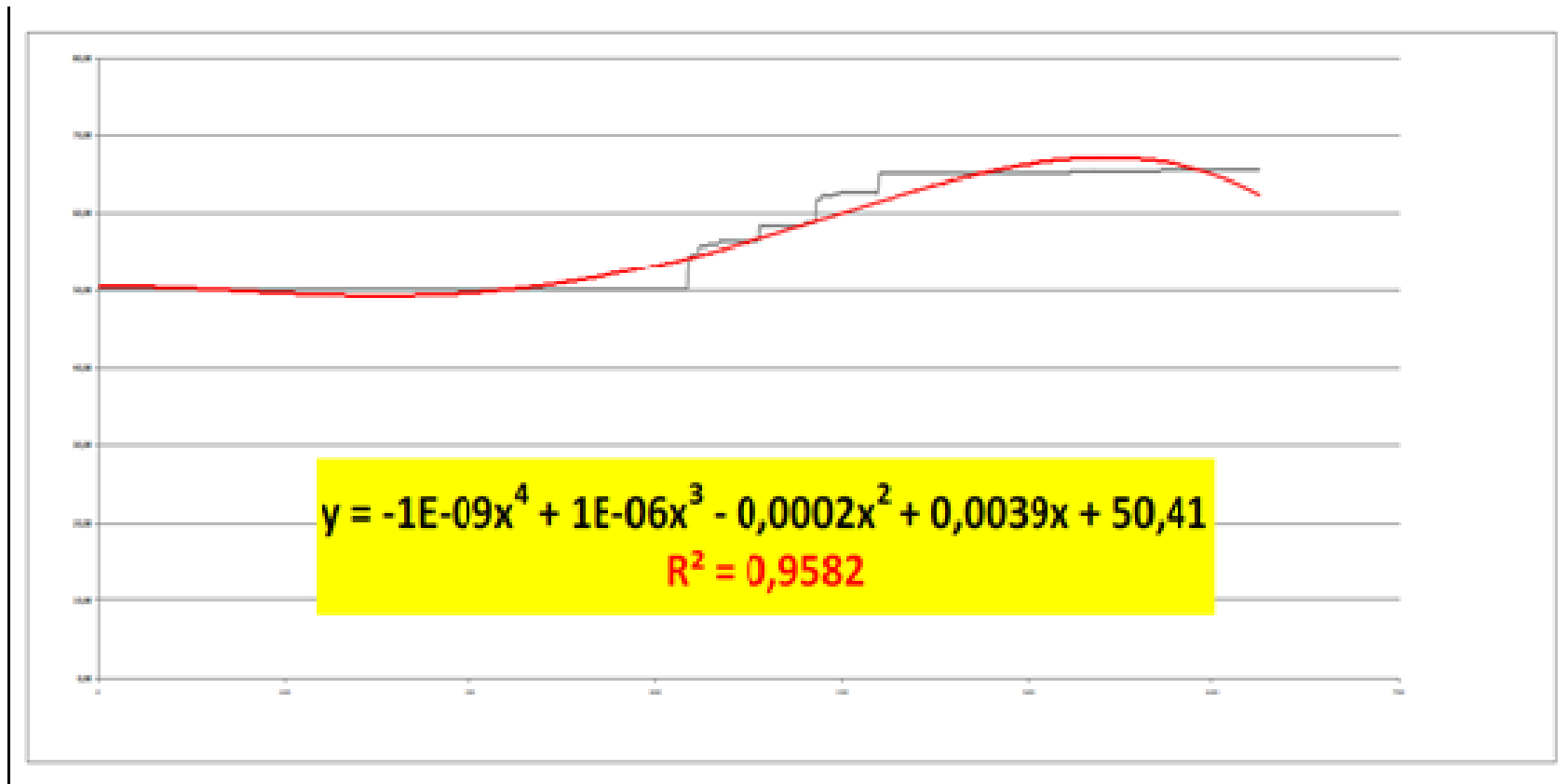
RESULTADOS ...

- 625 cenários (X) possíveis: estudo do caso Habitação e seus resultados
- **Curva de tendência (em vermelho): função polinomial (Y) extraída do módulo de gráficos do *Microsoft Excel***
- Esta função (Y) é quem rege o algoritmo que define o quanto as habitações em análise são ou não sustentáveis.



CURVA DE TENDÊNCIA

FUNÇÃO (Y) CALCULADA NO EXCEL



CENÁRIOS (X)



MODELO – BANCO DE DADOS

Os intervalos utilizados como faixas numéricas obtidos do gráfico – figura 4, ou seja, graus de sustentabilidade da Habitação são apresentados na tabela 3.

Tab. 3. Extrato do banco de dados obtido da pesquisa – Habitação.
Fonte: autores desta pesquisa.

MAT. E EQUIP.	RESÍDUOS	ENERGIA	INFRAESTR.	MÃO DE OBRA	HABITAÇÃO		
					CENÁRIO (X)	SAÍDA MATL.	FUN. (Y) CALC. EXCEL
ME	RE	EN.	IE	MO	01	50,00	50,41
...
50	75	95	25	25	76	50,00	49,96
...
95	50	25	75	50	625	65,60	66,28



RESULTADOS ...

Após a identificação da função polinomial, uma tabela 4, de índices (pontos) de correlação foi elaborada, em função das variáveis linguísticas independentes de entrada. Esta tabela 4 identifica que se após ser respondido, por exemplo, o questionário 1, a habitação popular é “Não sustentável”, “Parcialmente sustentável” ou “Sustentável”.

Tab. 4. Índices (pontos) de correlação – Habitação.
Fonte: autores desta pesquisa.

SAÍDA

Não sustentável		Parcialmente sustentável		Sustentável	
0,00	53,99	54,00	64,99	65,00	70,00



QUESTIONÁRIOS

QUESTIONÁRIO HABITAÇÃO

Este questionário tem por finalidade quantificar aspectos relevantes de um empreendimento habitacional popular com qualidade, inovado e sustentável.

Considerando que em construções habitacionais populares sustentáveis, a fase de "HABITAÇÃO", bem como a gestão dos elementos da obra (água, energia, materiais, ambiente interno, canteiro de obra, operação e manutenção, serviços públicos locais e mão de obra), pode ser correlacionada com a qualidade, a inovação tecnológica, a operação, a manutenção, o ambiente interno e a infraestrutura pública local adequada, identifique os percentuais das questões abaixo.

As respostas devem utilizar os seguintes pesos percentuais referente ao empreendimento em análise, para cada requisito apresentado (Máquinas e equipamentos, Resíduos; Energia; Infraestrutura; Mão de obra):

25% sustentável; 50% sustentável; 75% sustentável; 95% sustentável.

Para cada requisito apresentado a seguir, qual é o percentual de aplicabilidade no empreendimento em análise?

Requisito I – MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	%
Desempenho térmico com: Aberturas arquitetônicas para ventilação e sombreamento; Desempenho térmico das paredes e coberturas.	50
Acessibilidade às instalações, equipamentos e elementos construtivos com: A operação e manutenção dos equipamentos e facilidade de manutenção e limpeza dos elementos construtivos.	

Requisito II - RESÍDUOS	%
Gestão do desempenho durante o uso da edificação com: As atividades de manutenção; Garantia de manutenção da potabilidade de água; Viabilidade para o monitoramento do consumo de energia, água e gás; Viabilidade para a gestão de resíduos sólidos; Prevenção quanto aos incômodos causados aos ocupantes durante as atividades de manutenção e limpeza; Cultura de coleta seletiva; Áreas permeáveis.	75

Requisito III - ENERGIA	%
Redução do consumo de água potável com: Limitação das vazões nos pontos de utilização; Limitação do consumo de água para irrigação paisagística; Utilização de fontes alternativas de água; Medição do consumo com uso de medidores individuais; Utilização de parte da água pluvial.	95
Otimização da iluminação com: Iluminação natural; artificial energeticamente eficiente; Eficiência na iluminação das áreas externas.	
Uso de energias renováveis com:	

Aquecimento solar de água; Geração de energia elétrica no local por meio de fontes renováveis.	
Uso de equipamentos com selo de eficiência energética PROCEL e outros dispositivos como: Eletrodomésticos com selo PROCEL; Dispositivos economizadores; Equipamentos a gás.	
Concepção dos espaços com: Definição de premissas de projeto para eficiência energética no uso do empreendimento.	

Requisito IV - INFRAESTRUTURA	%
Existência de serviços de responsabilidade do órgão público local com: Água encanada potável; Gás encanado; Luz; Telefonia fixa; Acesso a rede mundial - internet; Sinal de TV; Transporte público; Correios; Coleta de lixo comum; Coleta seletiva de lixo; Coleta de esgoto; Segurança pública; Praças e parques no entorno; Saúde pública; Escola pública.	25
Participação da sociedade do entorno do empreendimento durante a fase de: Planejamento para a mitigação dos impactos ambientais e sociais do local.	

Requisito V – MÃO DE OBRA	%
Consumo de recursos diminuído com: Redução das perdas de materiais; Implantação de ações potencialmente racionalizadoras; Redução de desperdício de mão de obra; Gestão do consumo de água, energia elétrica e gás.	25
Uso de especialistas em: Construção; Automação; Manutenção; Demolição.	

RESULTADO FINAL							
I - MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	II - RESÍDUOS	III - ENERGIA	IV - INFRAESTRUTURA	V - MÃO DE OBRA	CENÁRIO - RIO n°	FUNÇÃO (Y) CALCULADA NO EXCEL	PARA A FASE DE HABITAÇÃO, ESTE EMPREENDIMENTO É CONSIDERADO COMO SENDO:
50	75	95	25	25	76	49,96	NÃO SUSTENTÁVEL



CONCLUSÃO

Conforme os resultados obtidos no desenvolvimento da presente pesquisa, foi possível atender ao objetivo principal, alcançado pela investigação, onde se obteve um processo consistente tratado com o uso do Método Fuzzy com o suporte de ferramentas computacionais Matlab e Microsoft Excel, para garantir uma padronização comparativa, quanto à qualidade, a tecnologia e a sustentabilidade para construção de habitações populares.