

**ELABORAÇÃO DO MODELO SUSTENTÁVEL DE UM PRÉDIO EDUCACIONAL
DO PONTO DE VISTA HÍDRICO****Emanuelle Pereira Faria¹, Glaucio Luciano Araujo².**¹ Engenheira Civil, Faculdade de Ciências Gerenciais de Manhuaçu, emanuelleengcivil@hotmail.com² Mestre em Engenharia Agrícola, Faculdade de Ciências Gerenciais de Manhuaçu,
glaucio_araujo@yahoo.com.br

Resumo- O planeta tem vivenciado a maior crise hídrica já registrada. Visando a otimização do uso dos recursos hídricos, o trabalho desenvolvido modelou a redução de consumo de água em um prédio educacional e a minimização de desperdícios, contribuindo com o uso racional das bacias hidrográficas do município de Manhuaçu – Minas Gerais. Para tanto, foram realizados levantamentos das médias pluviométricas da região, bem como do consumo mensal da instituição, para fins de cálculo do volume de consumo do prédio e do volume de água a ser captada da chuva ou do reaproveitamento de efluente que seria descartado. Diante dos resultados do estudo, o consumo anual do prédio pode ser reduzido drasticamente, diminuindo a demanda de consumo de água da bacia hidrográfica, fator importante, já que o município encontra-se com baixo volume hídrico em seus rios e reservatórios. Contribuindo com a conscientização da sociedade, a instituição motivaria seu grande número de alunos e funcionários a participar desse projeto de conscientização hídrica.

Palavras-chave: Água; Escassez; Reaproveitamento.

Área do Conhecimento: Engenharia Civil.

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural de suma importância para a vida no planeta. Este recurso pode ser encontrado em diversas maneiras na natureza, no entanto apenas uma pequena porcentagem está disponível para o consumo direto.

De acordo com Lima (2000), cerca de “97,5% do volume total de água do planeta Terra é de água salgada, formando os oceanos e, somente, 2,5% é de água doce. Ressalta-se que a maior parte dessa água doce (68,7%) está armazenada nas calotas polares e geleiras. A água contida em lagos e rios configura a forma de armazenamento em que os recursos hídricos estão mais acessíveis ao uso humano, correspondendo a apenas 0,27% do volume de água doce da Terra e cerca de 0,007% do volume total”.

O Brasil detém cerca de 13% da água doce mundial (ANA, 2013), mesmo assim o País tem passado por problemas relacionados à escassez de água, gerado pela distribuição desuniforme deste recurso, a título de exemplo pode-se citar a região norte que detém cerca de 72% da água do país (SUASSUNA, 2004) e concentra-se a menor parte da população brasileira. Outro fator seria a poluição de rios e mananciais, como exemplo temos o rio Tiête em São Paulo, que poderia contribuir para o abastecimento da cidade, caso o mesmo não fosse demasiadamente poluído, além de baixos índices pluviométricos, altas temperaturas, entre outros.

Tendo em vista esta problemática, a comunidade científica tem demonstrado grande preocupação com o tema, sendo inúmeras as pesquisas relacionadas a escassez e a reutilização dos recursos hídricos, bem como a população mundial, tem sido instruída e condicionada a economizar e reutilizar a água, isso no intuito de evitar maiores problemas.

O objetivo deste trabalho foi elaborar um modelo físico matemático de um prédio educacional sustentável do ponto de vista hídrico com base em um prédio já existente. De forma a contribuir com o meio ambiente modelando o adequado consumo de água de modo que reduza a demanda sobre os mananciais e tenha um controle maior sobre o consumo e a redução do desperdício.

2 METODOLOGIA

Neste trabalho foram elaborados três modelos para o consumo e captação de água, de modo que atenda a demanda de consumo do prédio educacional – Edifício Aloísio Teixeira Garcia, situado

na Rua Darcy de Oliveira Leite, nº600, bairro Alfa Sul, Manhuaçu/MG, *campus* da Faculdade de Ciências Gerenciais de Manhuaçu, por um período de 30 anos.

Para fins de cálculo, foram utilizadas as fórmulas de Consumo Médio Mensal e de Precipitação Média Pluviométrica. Os valores resultantes podem ser confirmados nas Figuras 4 e 5, disponibilizadas pelo SAAE e pelo INMET, respectivos órgãos responsáveis.

$$C_m = \frac{\sum m}{12}$$

Onde:

C_m = Consumo Médio Mensal

$\sum m$ = Somatório de Consumo de Todos os Meses

Para o cálculo de Precipitação média mensal, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$P_m = \frac{\sum m}{11}$$

Onde:

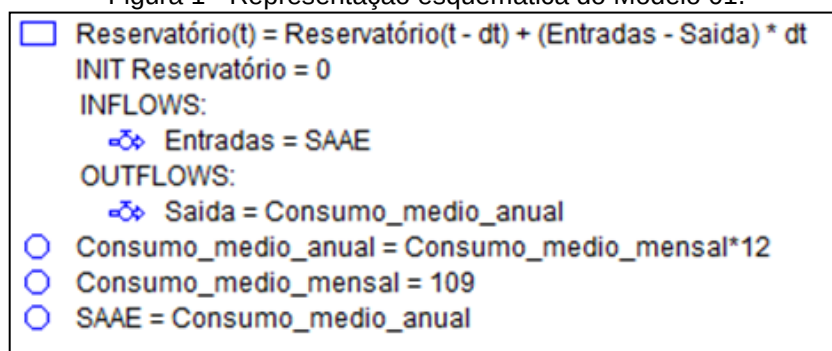
P_m = Precipitação Média Pluviométrica

$\sum m$ = Somatório de Todos os Meses

Modelo 01

Por meio do software STELLA, obteve-se os valores médios anuais de volume de água necessário para o abastecimento do prédio, de acordo com o modelo apresentado na Figura 1. Neste modelo a única entrada considerada é a captação de água do Serviço Autônomo de Água e Esgoto SAAE, atualmente utilizado pelo prédio educacional.

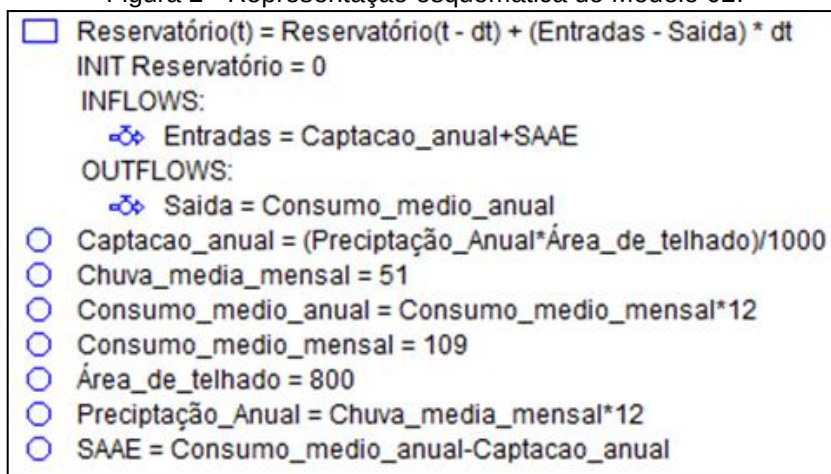
Figura 1 - Representação esquemática do Modelo 01.



Modelo 02

No modelo 2 considerou-se a captação da água da chuva, tendo como área de captação um telhado de 800 m². Com base nesse resultado e da média de precipitação pluviométrica da cidade, pode-se calcular, com auxílio do software STELLA, o volume de captação de água da chuva e a diminuição da demanda de água fornecida pelo SAAE, como apresentado na Figura 2.

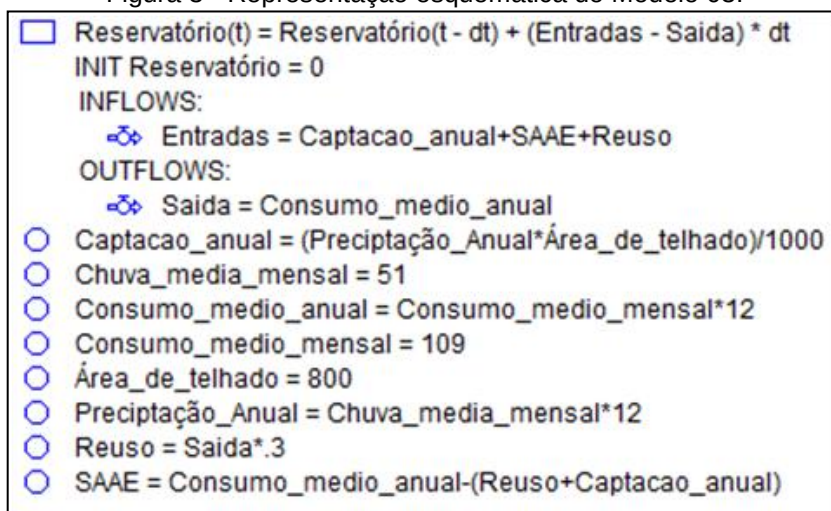
Figura 2 - Representação esquemática do Modelo 02.



Modelo 03

O modelo 03 considera além da captação de água por meio da chuva interceptada pelo telhado, o reuso da água servida, e a utilização da água do SAAE. No modelo foi considerada a reutilização de 30% do volume de água que iria para o esgoto.

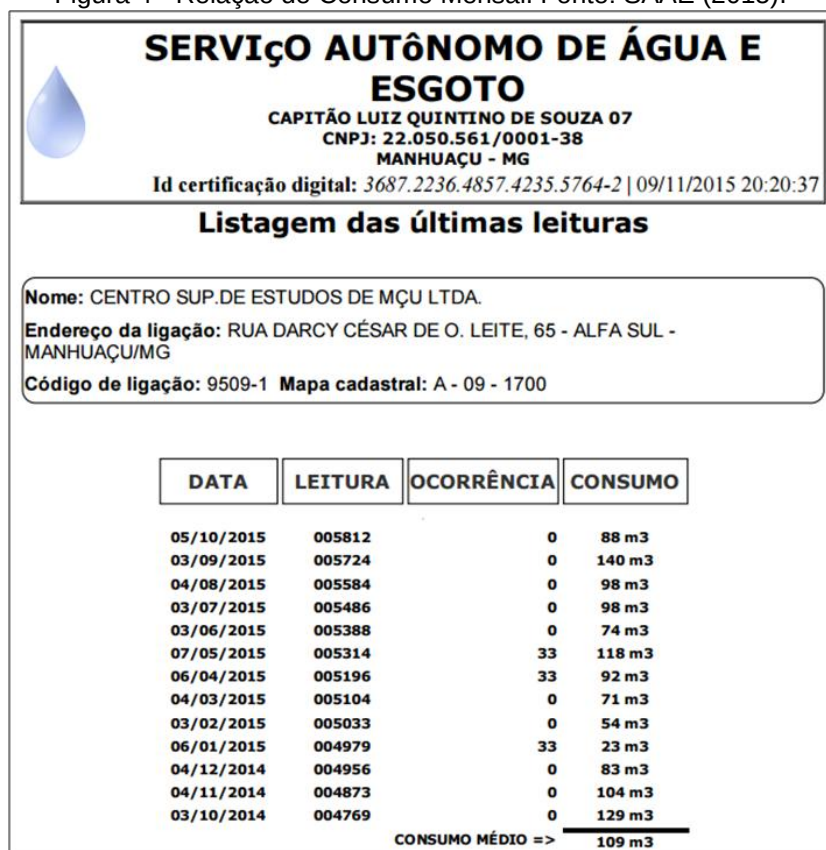
Figura 3 - Representação esquemática do Modelo 03.



3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

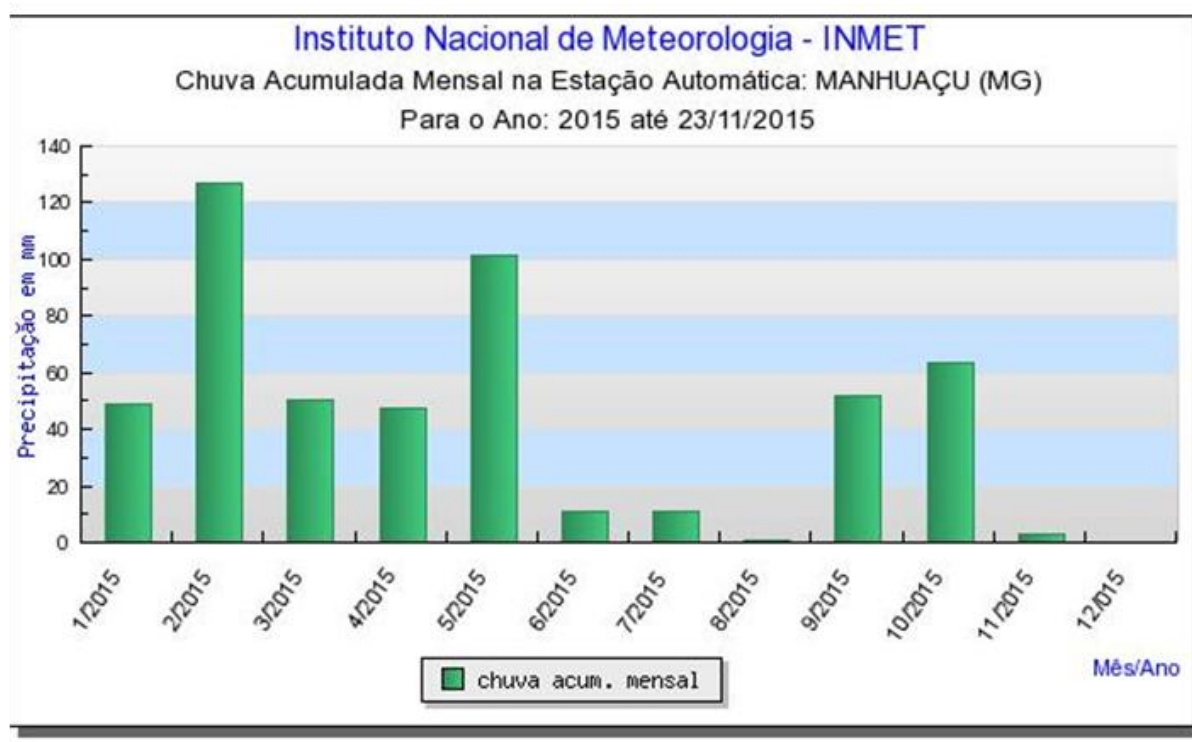
Atualmente a concessionária responsável pelo abastecimento de água, na cidade de Manhuaçu/MG, é o SAAE – Sistema Autônomo de Água e Esgoto. Com Base nas informações disponibilizadas pelo SAAE, obteve-se o consumo de mensal ao longo de um ano, como mostra a Figura 4.

Figura 4 - Relação de Consumo Mensal. Fonte: SAAE (2015).



Para a realização de cálculos matemáticos do trabalho realizado, foi utilizada a precipitação pluviométrica do banco de dados do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, de janeiro/2015 a novembro/2015 como mostrados na Figura 5. A Precipitação Média Pluviométrica foi igual a 51 mm³.

Figura 5 - Precipitação Pluviométrica Mensal. Fonte: INMET (2015).



Modelo 01

O modelo 01 apresenta a atual conjuntura da utilização de água pela edificação em estudo. O único meio de abastecimento de água é o fornecimento da concessionária responsável, o SAAE. Como pode ser notado na modelagem da Figura 6.

Esse modelo apesar de ainda muito utilizado na maioria das edificações, tem ficado obsoletos; pois foram construídos em uma época em que a disponibilidade de água era abundante.

Figura 6 - Modelagem do Sistema de Fornecimento Atual.

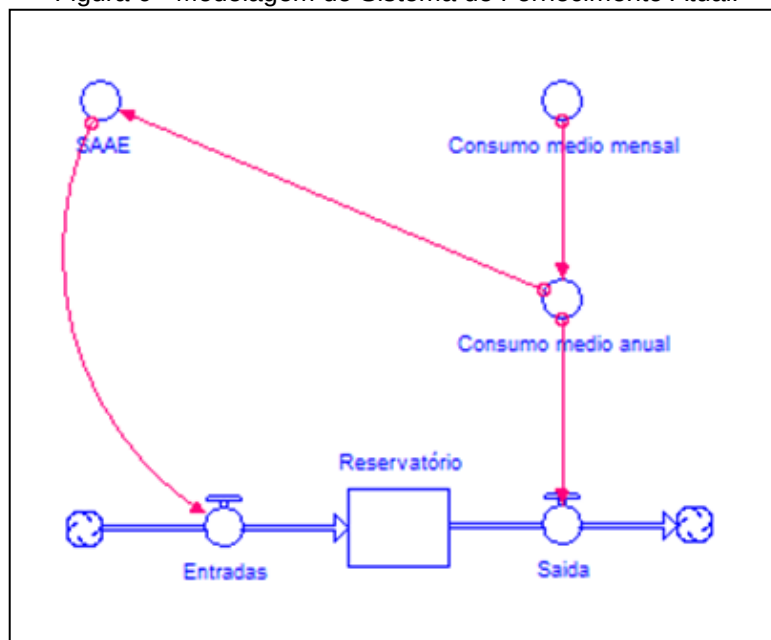


Figura 7 - Tabela de Consumo Inicial Estimada para 30 Anos.

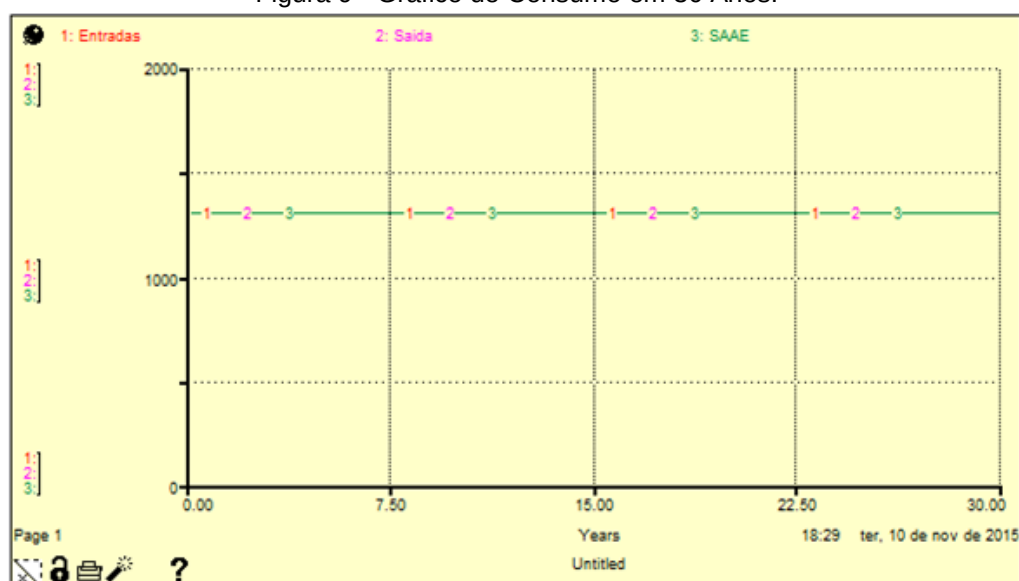
18:29 ter, 10 de nov de 2015 Table 1 (Untitled Table) ?  

Years	Entradas	Saida	SAAE			
.00	1.308.00	1.308.00	1.308.00			
.25	1.308.00	1.308.00	1.308.00			
.50	1.308.00	1.308.00	1.308.00			
.75	1.308.00	1.308.00	1.308.00			
1.00	1.308.00	1.308.00	1.308.00			
1.25	1.308.00	1.308.00	1.308.00			
1.50	1.308.00	1.308.00	1.308.00			
1.75	1.308.00	1.308.00	1.308.00			
2.00	1.308.00	1.308.00	1.308.00			
2.25	1.308.00	1.308.00	1.308.00			
2.50	1.308.00	1.308.00	1.308.00			
2.75	1.308.00	1.308.00	1.308.00			
3.00	1.308.00	1.308.00	1.308.00			

Figura 8 - Tabela de Consumo Final Estimada para 30 Anos.

Years	Entradas	Saida	SAAE			
27.00	1.308.00	1.308.00	1.308.00			
27.25	1.308.00	1.308.00	1.308.00			
27.50	1.308.00	1.308.00	1.308.00			
27.75	1.308.00	1.308.00	1.308.00			
28.00	1.308.00	1.308.00	1.308.00			
28.25	1.308.00	1.308.00	1.308.00			
28.50	1.308.00	1.308.00	1.308.00			
28.75	1.308.00	1.308.00	1.308.00			
29.00	1.308.00	1.308.00	1.308.00			
29.25	1.308.00	1.308.00	1.308.00			
29.50	1.308.00	1.308.00	1.308.00			
29.75	1.308.00	1.308.00	1.308.00			
Final			1.308.00			

Figura 9 - Gráfico de Consumo em 30 Anos.



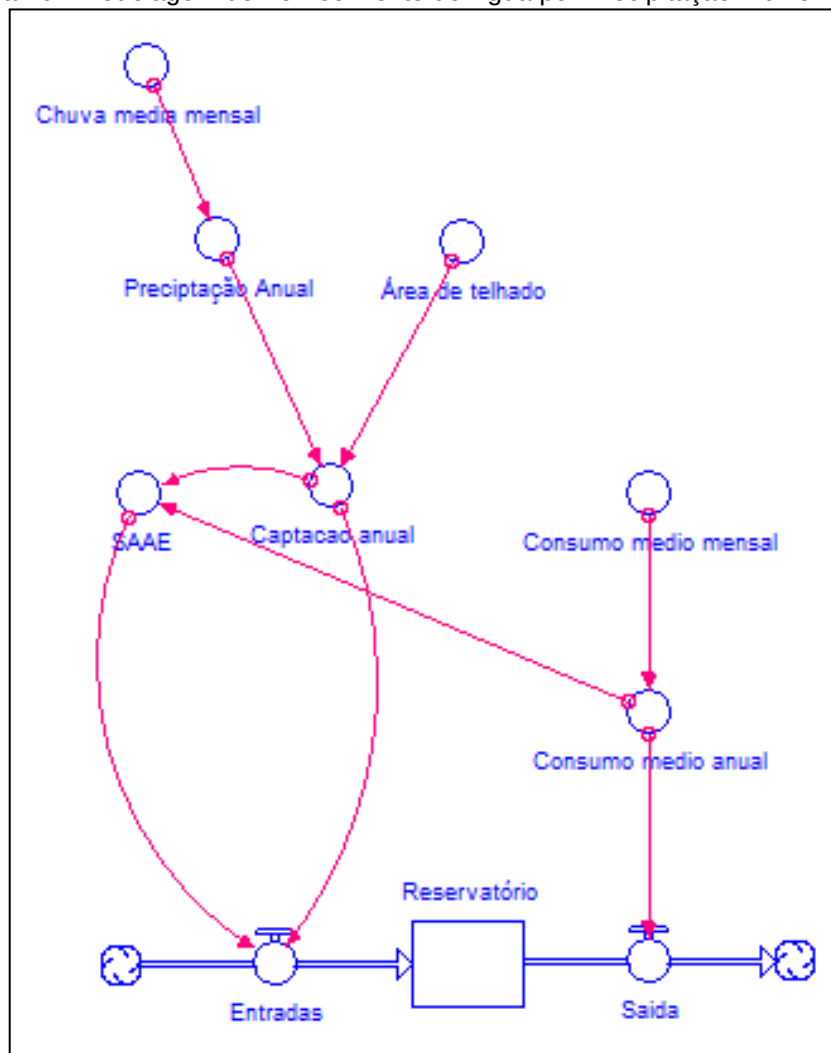
Diante dos valores é notória a total dependência do prédio pelo fornecimento de água do SAAE. Onde, o valor total de consumo médio anual de 1308m³ de água é fornecido exclusivamente pela concessionária.

Modelo 02

O primeiro modelo tem ficado antiquado diante das necessidades que o meio ambiente tem exigido.

Pensando nesse fator, o modelo 02 apresenta a captação de água da chuva como um elemento de grande valia para a diminuição do fornecimento de água do SAAE, consequentemente retraindo a demanda sobre as bacias hidrograficas. Como mostrado na Figura 10.

Figura 10 - Modelagem de Fornecimento de Água por Precipitação Pluviométrica.



De posse do projeto arquitetônico do prédio educacional e conferência in loco, foi dimensionada a área de captação de água pelo telhado, totalizando 800m².

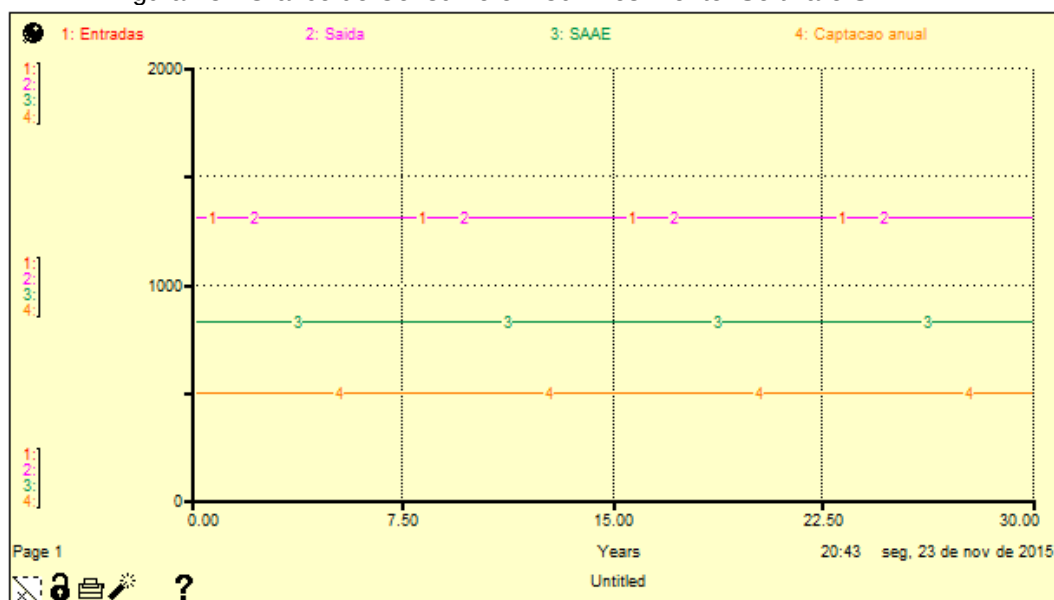
Figura 11 - Tabela de Consumo Inicial Estimada para 30 Anos.

20:43 seg, 23 de nov de 2015 Table 1 (Untitled Table)					
Years	Entradas	Saída	Captacao anual	SAAE	
.00	1.308.00	1.308.00	489.60	818.40	
.25	1.308.00	1.308.00	489.60	818.40	
.50	1.308.00	1.308.00	489.60	818.40	
.75	1.308.00	1.308.00	489.60	818.40	
1.00	1.308.00	1.308.00	489.60	818.40	
1.25	1.308.00	1.308.00	489.60	818.40	
1.50	1.308.00	1.308.00	489.60	818.40	
1.75	1.308.00	1.308.00	489.60	818.40	
2.00	1.308.00	1.308.00	489.60	818.40	
2.25	1.308.00	1.308.00	489.60	818.40	
2.50	1.308.00	1.308.00	489.60	818.40	
2.75	1.308.00	1.308.00	489.60	818.40	
3.00	1.308.00	1.308.00	489.60	818.40	

Figura 12 - Tabela de Consumo Final Estimada para 30 Anos.

Years	Entradas	Saida	Captacao anual	SAAE		
27.00	1.308.00	1.308.00	489.60	818.40		
27.25	1.308.00	1.308.00	489.60	818.40		
27.50	1.308.00	1.308.00	489.60	818.40		
27.75	1.308.00	1.308.00	489.60	818.40		
28.00	1.308.00	1.308.00	489.60	818.40		
28.25	1.308.00	1.308.00	489.60	818.40		
28.50	1.308.00	1.308.00	489.60	818.40		
28.75	1.308.00	1.308.00	489.60	818.40		
29.00	1.308.00	1.308.00	489.60	818.40		
29.25	1.308.00	1.308.00	489.60	818.40		
29.50	1.308.00	1.308.00	489.60	818.40		
29.75	1.308.00	1.308.00	489.60	818.40		
Final			489.60	818.40		

Figura 13 - Gráfico de Consumo em 30 Anos. Fonte: Software STELLA



Com a nova forma de abastecimento por captação de água há uma diminuição de 37,43% da demanda de consumo do prédio, no total de 489,60m³/ano.

Modelo 03

O terceiro modelo demonstra a distribuição da demanda de água por meio do abastecimento do SAAE, da captação pluviométrica e também pelo reúso da água do prédio, como: água das torneiras e bebedouro que iriam para o esgoto, podendo ser convertidas para descargas sanitárias ou tratadas e utilizada para a limpeza do chão ou irrigar o jardim. Como apresentado na Figura 14:

Figura 14 - Modelagem de Fornecimento de Água por Precipitação.

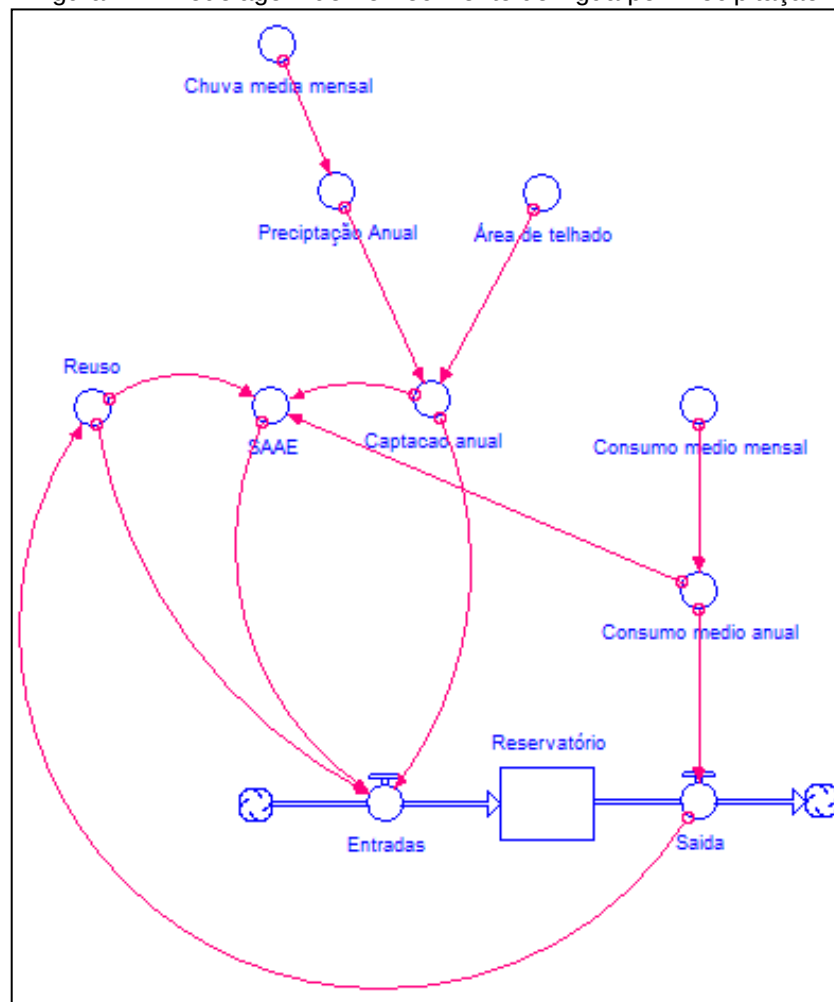


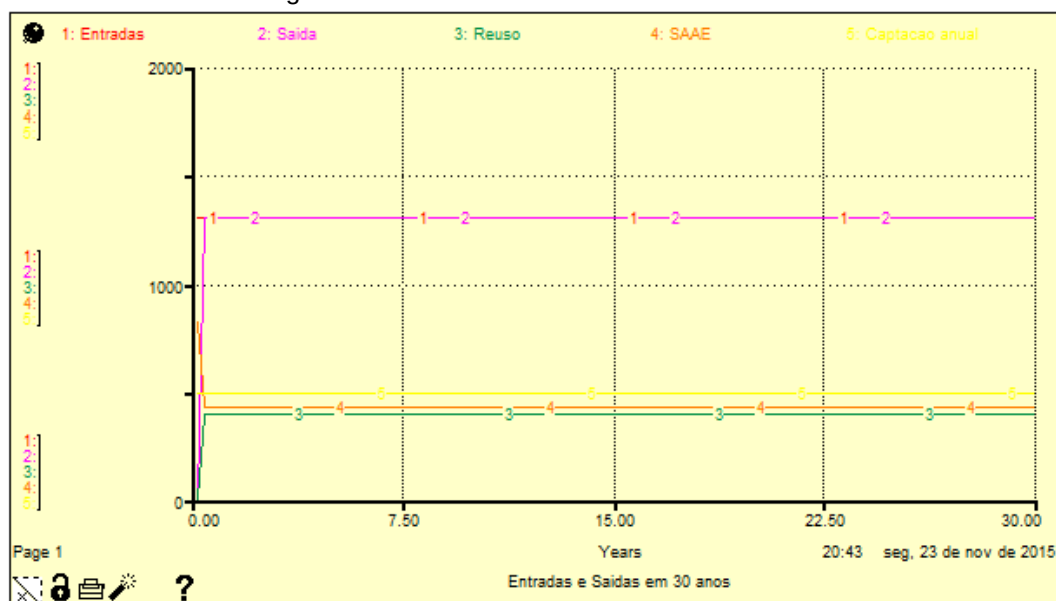
Figura 15 - Tabela de Consumo Inicial Estimada para 30 Anos.

20:43 seg, 23 de nov de 2015 Table 1 (Untitled Table)						
Years	Entradas	Saída	Captacao anual	Reuso	SAAE	
.00	1.308.00	0.00	489.60	0.00	818.40	
.25	1.308.00	1.308.00	489.60	392.40	426.00	
.50	1.308.00	1.308.00	489.60	392.40	426.00	
.75	1.308.00	1.308.00	489.60	392.40	426.00	
1.00	1.308.00	1.308.00	489.60	392.40	426.00	
1.25	1.308.00	1.308.00	489.60	392.40	426.00	
1.50	1.308.00	1.308.00	489.60	392.40	426.00	
1.75	1.308.00	1.308.00	489.60	392.40	426.00	
2.00	1.308.00	1.308.00	489.60	392.40	426.00	
2.25	1.308.00	1.308.00	489.60	392.40	426.00	
2.50	1.308.00	1.308.00	489.60	392.40	426.00	
2.75	1.308.00	1.308.00	489.60	392.40	426.00	
3.00	1.308.00	1.308.00	489.60	392.40	426.00	

Figura 16 - Tabela de Consumo Final Estimada para 30 Anos.

Years	Entradas	Saida	Captacao anual	Reuso	SAAE	
27.00	1.308.00	1.308.00	489.60	392.40	426.00	
27.25	1.308.00	1.308.00	489.60	392.40	426.00	
27.50	1.308.00	1.308.00	489.60	392.40	426.00	
27.75	1.308.00	1.308.00	489.60	392.40	426.00	
28.00	1.308.00	1.308.00	489.60	392.40	426.00	
28.25	1.308.00	1.308.00	489.60	392.40	426.00	
28.50	1.308.00	1.308.00	489.60	392.40	426.00	
28.75	1.308.00	1.308.00	489.60	392.40	426.00	
29.00	1.308.00	1.308.00	489.60	392.40	426.00	
29.25	1.308.00	1.308.00	489.60	392.40	426.00	
29.50	1.308.00	1.308.00	489.60	392.40	426.00	
29.75	1.308.00	1.308.00	489.60	392.40	426.00	
Final			489.60		426.00	

Figura 17 - Gráfico de Consumo em 30 Anos.



No terceiro modelo, observa-se que a demanda de consumo inicial dependia exclusivamente do SAAE ocorrendo diminuição em aproximadamente 67,43%. Sendo, 37,43% de captação da chuva e 30% de reutilização da água do esgoto.

De acordo com as informações obtidas junto ao SAAE, o valor gasto pelo prédio nos últimos 12 meses foi o equivalente a R\$ 3564,49 como mostra detalhadamente na Figura 18.

Figura 18 – Tabela de Valores Mensais de Consumo. Fonte: SAAE (2015).

SAAE - SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO - MANHUAÇU/MG					
Bem vindo CENTRO SUP.DE ESTUDOS DE MQU LTDA					
C9509-1					
Última atualização: 10/12/2015 às 12:51:01					
Últimas contas pagas -					
Mês/Ano	Num. guia	Valor (R\$)	Vencimento	Pagamento	Banco/Agên.
11/2015	09509112015-4	R\$ 394,88	10/12/2015	02/12/2015	104 - 0131
10/2015	09509102015-6	R\$ 289,92	10/11/2015	10/11/2015	756 - 3049
09/2015	09509092015-8	R\$ 563,08	10/10/2015	08/10/2015	756 - 3049
08/2015	09509082015-0	R\$ 336,69	10/09/2015	08/09/2015	756 - 3049
07/2015	09509072015-2	R\$ 336,69	10/08/2015	07/08/2015	756 - 3049
06/2015	09509062015-4	R\$ 227,07	10/07/2015	09/07/2015	756 - 3049
05/2015	09509052015-6	R\$ 443,71	10/06/2015	08/06/2015	756 - 3049
04/2015	09509042015-9	R\$ 308,63	10/05/2015	11/05/2015	756 - 3049
03/2015	09509032015-1	R\$ 214,35	10/04/2015	08/04/2015	756 - 3049
02/2015	09509022015-3	R\$ 147,67	10/03/2015	10/03/2015	756 - 3049
01/2015	09509012015-5	R\$ 35,26	10/12/2015	10/02/2015	756 - 3049
12/2014	09509122014-5	R\$ 266,54	10/01/2015	20/01/2015	104 - 0131

De acordo com a economia gerada pelo Modelo 03, o valor financeiro de consumo anual do prédio reduziria de R\$ 3564,49 para R\$1160,95, gerando economia de R\$ 2403,53 (Dois mil quatrocentos e três reais e cinquenta e três centavos).

4 CONCLUSÃO

Durante este estudo pode-se observar que o modelo utilizado atualmente pelo prédio educacional é totalmente dependente do fornecimento de água potável do SAAE, gerando uma grande demanda para a concessionária, prejuízo financeiro para instituição.

O segundo e terceiro modelo apresentado sugere a economia e o reaproveitamento de água do prédio. Tendo como base a consciência ambiental e o uso racional de recursos naturais. Podendo ser vista como uma maneira de conscientização, exigindo uma nova forma de pensar e projetar para que a longo prazo se possa suprir as necessidades futuras.

5 REFERÊNCIAS

ANA – Agência Nacional de Recursos Hídricos. **Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos traz balanço da situação e da gestão das águas no Brasil**, 2013. Disponível em: http://www2.ana.gov.br/Paginas/imprensa/noticia.aspx?id_noticia=12365

LIMA, J. E. F. W. **Determinação e simulação da evapotranspiração de uma bacia hidrográfica do Cerrado**. 2000. 75 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília.