

**"ESTUDO DE SISTEMA PARA REAPROVEITAMENTO DE ÁGUAS CINZA,  
APLICÁVEL AO PROGRAMA HABITACIONAL MINHA CASA MINHA VIDA"**

Autor: Tiago Fernandes dos Santos

Orientador: Prof. White José dos Santos

Janeiro/2015

TIAGO FERNANDES DOS SANTOS

**“ESTUDO DE SISTEMA PARA REAPROVEITAMENTO DE ÁGUAS CINZA,  
APLICÁVEL AO PROGRAMA HABITACIONAL MINHA CASA MINHA VIDA”**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil  
da Escola de Engenharia UFMG

Ênfase: Tecnologia e produtividade das construções

Orientador: Prof. White José dos Santos

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

2015

## RESUMO

O presente trabalho tem por finalidade apresentar a necessidade de utilizar e implantar novos métodos para redução do consumo de água é evidente nos dias atuais, visando à preparação para uma estiagem em um futuro próximo, assim a utilização de águas cinza para reuso doméstico, ganha cada vez mais importância e necessidade a cada dia, exigindo assim a criação de sistemas que atendam a demanda da escassez de água em várias regiões do Brasil, assim como aparelhos que controlam o consumo. Métodos para estes reusos podem ser desenvolvidos ainda em fase de projeto para construção de edificações de alta densidade, visando assim, a economia de água e melhor utilização das águas antes de seu descarte final. O reuso de água não potável pode contribuir em atividades do cotidiano que não demandam uma água tratada para consumo como utilização em descargas, jardins, limpeza de automóveis, irrigação controlada e outras atividades. Para este reuso será necessário a utilização alguns de métodos para equilibrar alguns componentes da água já utilizada como o pH, DBO, DQO, OD entre outros. Este trabalho aborda o atual quadro de expansão do programa habitacional brasileiro, sendo apresentados métodos e parâmetros para a reutilização de águas cinza e aparelhos que visam o consumo racional da água.

Palavras-chave: Sustentabilidade, Água Cinza, Água de reuso.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	9
2. OBJETIVO .....	11
3. METODOLOGIA.....	12
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA – PROGRAMA HABITACIONAL BRASILEIRO.....	13
4.1 - Conhecimentos do programa habitacional brasileiro.....	13
4.1.1 - Conceito e dados de investimento.....	13
4.1.2 - Número de unidades e características das unidades.....	14
4.1.3 - Programas habitacionais na América do Sul .....	17
4.2 - Avaliação dos recursos hídricos e energéticos brasileiros .....	20
4.2.1- Situação dos principais reservatórios .....	20
4.2.2 - Crescimento do consumo energético .....	22
4.3 - Parâmetros hidráulicos residenciais .....	24
4.3.1 - Consumo de água .....	24
4.3.2 - Consumo de água residencial .....	24
4.4 - Caracterização, condições e critérios para desenvolver o tratamento da água cinza.....	26
4.4.1 - Caracterização de água cinza .....	26
4.5 - Principais parâmetros de controle para reuso de águas cinza .....	27
4.5.1 - Parâmetros físicos.....	27
4.5.2 - Parâmetros químicos.....	28
4.6 - Sistemas e etapas de tratamento de água cinza .....	32
4.7 - Parâmetros para utilização da água após tratamento.....	35

5. CONCLUSÃO .....	39
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa com unidades contratadas até 30/04/2014 .....	14
Figura 2: Mapa com unidades entregues até 30/04/2014 .....	15
Figura 3: Exemplo da tipologia 4 apartamentos por pavimento .....	16
Figura 4: Residência popular chilena abandonada .....	19
Figura 5: Área de conjunto habitacional no Chile.....	20
Figura 6: Consumo energético no Brasil 2009 a 2014 .....	23
Figura 7: Consumo energético residencial no Brasil 2009 a 2014 .....	23
Figura 8: Utilização de água em atividades domiciliares.....	25
Figura 9: Distribuição de água de um reservatório residencial.....	26
Figura 10: Sistema de armazenamento de água cinza coletada.....	33
Figura 11: Amostras coletadas de águas cinza.....	33
Figura 12: Etapa de biodiscos.....	34
Figura 13: Biofilme formado por bactérias .....	35

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Distribuição da água no planeta.....	20
Tabela 02: Níveis dos principais reservatórios brasileiros.....	21
Tabela 03: Consumo de água por habitante nas regiões brasileiras.....	24
Tabela 04: Distribuição do consumo de água residencial.....	26
Tabela: 05 Níveis de pH de algumas substâncias.....	29
Tabela 06: Parâmetros de água cinza por aparelhos em residência - Siegrist <i>et. al.</i> (1976).....	30
Tabela 07: Parâmetros de água cinza por aparelhos em residência - Christova-Boal <i>et. al.</i> (1998).....	31
Tabela 08: Parâmetros de água cinza por aparelhos em residência - Almeida <i>et. al.</i> (1999).....	31
Tabela 09: Parâmetros de controle para reuso não potável descritos na NBR 13.969/1997.....	37
Tabela 10: Parâmetros de controle para reuso não potável em descarga de vasos sanitários, lavagem de pisos, fins ornamentais e lavagem de veículos.....	37

## LISTA DE NOTAÇÕES, ABREVIATURAS

% Porcentagem

ANA = Agência Nacional da Águas

CEF = Caixa Econômica Federal

cm = Centímetros

DBO = Demanda bioquímica de oxigênio

DQO = Demanda química de oxigênio

EPE = Empresa de Pesquisa Energética

FAR = Fundo de arrendamento residencial

FGTS = Fundo de garantia por tempo de serviço

L = Litro

m = Metro

m<sup>2</sup> = Metro quadrado

m<sup>3</sup> = Metro cúbico

mg = Miligrama

mg/l = Miligrama por litro

NBR = Norma brasileira

OD = Oxigênio dissolvido

ONU = Organização das nações unidas

ONS = Operador nacional do sistema elétrico

PAC = Programa de aceleração do crescimento

PAR = Programa de arrendamento residencial

PDE = Plano Decenal de Expansão de Energia

pH = Potencial de hidrogênio

PMCMV = Programa minha casa minha vida

PROCREAR = Programa de créditos Argentina

PVA = Acetato de polivinila

SST = Sólidos suspensos totais

ST = Sólidos totais

UFMG = Universidade Federal de Minas Gerais

μs = Microsecond

## 1. INTRODUÇÃO

O Programa Minha Casa Minha Vida (MCMC) segundo Foragi (2012), foi iniciado no Brasil em 6 de julho do ano de 2009 sob governo do presidente em exercício Luiz Inácio Lula da Silva, tendo como principal foco, a redução do déficit habitacional dando condições a famílias de baixa renda adquirir um imóvel. Neste ano de 2009 a economia global entrava em processo de recessão devido à crise econômica norte americano, o programa habitacional brasileiro impulsionou a economia equilibrando o desemprego auxiliando assim ultrapassar a crise econômica mundial.

Conforme dados do Portal Brasil (2014), os subsídios fornecidos à população que a instituição Caixa Econômica Federal administra um montante de aproximadamente 16 bilhões de reais para que seja distribuído entre famílias com faixas salariais de até R\$ 1.600,00, R\$ 1.600,00 a R\$ 3.275,00 e de R\$ 3.275,00 a R\$ 5.000,00.

O programa MCMV no Brasil conforme SANTOS (2012), serviu como um modelo experimental para que outros países sul americanos desenvolvessem seus próprios programas habitacionais como Argentina, Venezuela e Bolívia. Estes países atualmente atravessam uma situação econômica delicada, e crêem que o investimento em infraestrutura habitacional pode auxiliar a superar a crise financeira gerando empregos e rotacionando a economia. A Venezuela é o país sul americano que possui o programa habitacional que mais se assemelha ao Brasileiro com o nome de “Gran Misión Vivienda”, neste país encontra-se localizada a maior ocupação vertical do mundo, com o nome “Torre de David” sendo este um empreendimento comercial de 45 pavimentos que teve sua construção paralisada devido o falecimento do proprietário da construtora, sendo ocupado no ano de 2007 abrigando aproximadamente 3.000 famílias. O “Gran Misión Vivienda” visa realocar famílias que vivem na “Torre de David”.

Os programas habitacionais visam construções com baixos custos, com isso pontos essenciais para construções sustentáveis muitas vezes não são

incorporadas em projetos, desperdiçando assim implantações de sistemas construtivos que poderiam auxiliar a população e ao meio ambiente.

O país atualmente enfrenta uma das crises hídricas mais graves das últimas décadas, vários reservatórios de água estão com suas capacidades de abastecimento comprometidas. A falta de investimentos em infra-estrutura pode agravar e comprometer o abastecimento ainda mais das grandes metrópoles e pequenos municípios, proporcionando assim a execução clandestina e errônea de poços artesianos, no qual pode trazer a população que consome esta água uma gama de enfermidades devido às contaminações nos solos.

A falta de políticas públicas e leis que exijam dos construtores e moradores a coleta e implantação de sistemas para o reaproveitamento de águas juntamente com uma conscientização do consumo visando um consumo racional, agrava a manutenção dos níveis dos reservatórios.

Métodos construtivos que adaptados garantam benefícios em longo prazo das edificações e para população como a melhor utilização de bens naturais como a água, evitando assim situações críticas de abastecimento como está acontecendo no Estado de São Paulo que possui níveis críticos de abastecimento, juntamente a região sudeste do Brasil.

## 2. OBJETIVO

O objetivo geral deste trabalho é analisar o sistema de reutilização de água cinza, em programas habitacionais de alta densidade, devido o alto volume produzido.

Para viabilizar o objetivo geral têm-se como objetivos específicos:

- Realizar revisão bibliográfica em normas, trabalhos científicos e manuais de fornecedores em prol do melhor entendimento do sistema de reutilização de água cinza, objetivando:
  - Analisar os métodos e parâmetros para tratamento de água cinza, visando um reaproveitamento normatizado, que possa ser aplicado em programas habitacionais;
  - Apresentar e analisar um modelo de sistema, conforme MAY (2012), para tratamento de água cinza eficaz com método de simples funcionamento.

### **3. METODOLOGIA**

A metodologia utilizada na elaboração deste trabalho teve como principal referência o sistema experimental para coleta e tratamento de águas cinza desenvolvido por May (2009), além de consulta em normas técnicas, demais trabalhos acadêmicos, bibliografias e manuais de fornecedores. Dados como número de unidades construídas, localização das unidades, tipologia, demanda de energia e água e parâmetros físicos e químicos que proporcionem o tratamento e reutilização de águas cinza, foram levantados para justificar a necessidade de criar políticas públicas e sistemas construtivos que visem à implantação eficaz do tratamento e a reutilização de águas cinza no Brasil, principalmente em novas habitações que são construídas com financiamento do Governo Federal.

## **4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA – PROGRAMA HABITACIONAL BRASILEIRO**

### **4.1 - Conhecimentos do programa habitacional brasileiro**

#### *4.1.1 - Conceito e dados de investimento*

Consolidado em 07 de julho de 2009 pela lei N. 11.977 o “Programa Minha Casa Minha Vida” conforme a Caixa Econômica Federal (2014), possui investimentos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e possui o objetivo de reduzir o déficit habitacional de moradias no Brasil, com foco de famílias com rendas mensais entre 0 a 3 salários mínimos e 3 a 10 salários mínimos conforme. A Caixa Econômica Federal (CEF) administra recursos dos antigos programas do governo federal como o Fundo de Arrendamento Residencial (FAR) e o Fundo de Desenvolvimento Social (FDS). O FAR alocou um montante de 14 bilhões de reais no ano de 2009, já o FDS alocou um investimento 500 milhões de reais. Anteriormente ao programa MCMV os investimentos na área de habitação eram de responsabilidade do Programa de Arrendamento Residencial (PAR).

Segundo dados do Portal Brasil (2014), na primeira fase, foram contratadas mais de um milhão de moradias, sendo a meta para a segunda fase do “Programa Minha Casa Minha Vida”, é construir dois milhões de casas e apartamentos até 2014. O programa contará, nesta etapa, com R\$ 71,7 bilhões de investimentos, sendo R\$ 62,2 bilhões do Orçamento Geral da União e R\$ 9,5 bilhões do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS).

Na área urbana, o MCMV é dividido por três faixas de renda mensal:

- até R\$ 1,6 mil para a faixa 1;
- até R\$ 3,1 mil para a faixa 2;
- até R\$ 5 mil para a faixa 3.

Já na área rural, as faixas de renda são anuaí:

- até R\$ 15 mil para faixa 1;
- até R\$ 30 mil para faixa 2;
- até R\$ 60 mil para faixa 3.

#### 4.1.2 - Número de unidades e características das unidades

Conforme Caixa Econômica Federal (2014), o número de unidades contratadas até 30 de abril de 2014 é de 3.39 milhões de unidades das quais 1.68 milhão já foram entregues englobando a fase 1 e a fase 2 do PMCMV. A meta do governo é entregar 2 milhões de unidades até o final de 2014 com investimentos na ordem de R\$ 234 bilhões. Conforme o memorial técnico da Caixa Econômica Federal, nas figuras 01 e 02 apresentam os números de unidades contratados e entregues até o mês de abril de 2014.

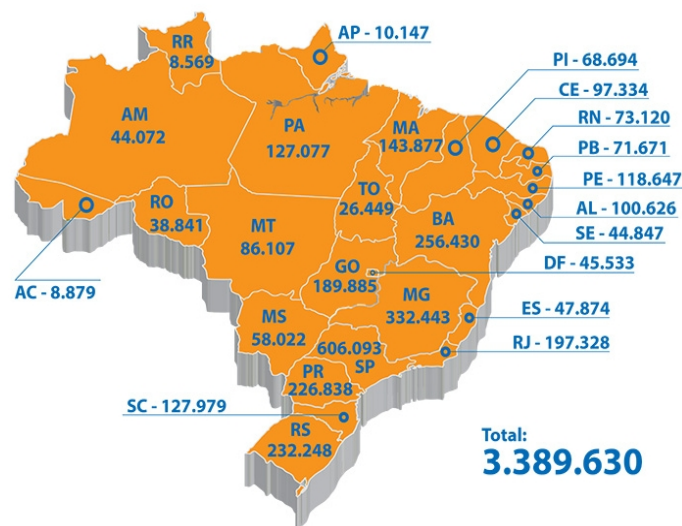


Figura 1: Mapa com unidades contratadas até 30/04/2014

Fonte: Caixa Econômica Federal (2014)

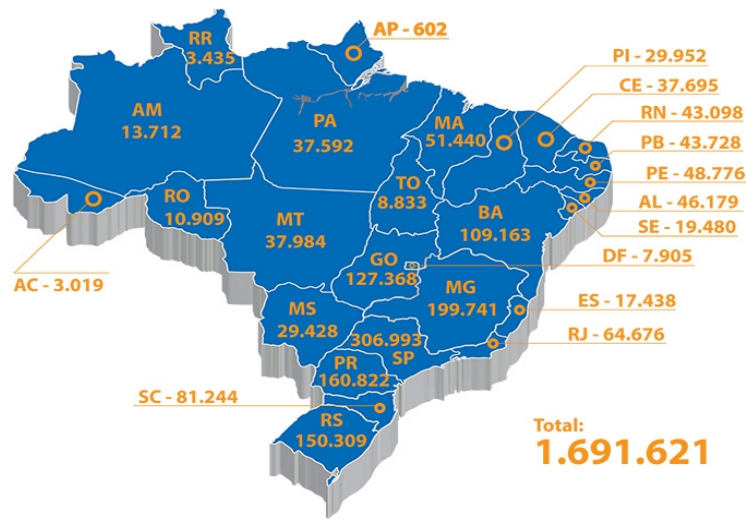


Figura 2: Mapa com unidades entregues até 30/04/2014

Fonte: Caixa Econômica Federal (2014)

A tipologia apartamento com 42,00 m<sup>2</sup> possui as seguintes características:

- compartimentos: sala, cozinha, área de serviço, banheiro, 2 dormitórios;
- prédio: 4 pavimentos, 16 apartamentos por bloco – opção: até 5 pavimentos e 20 apartamentos;
- área aproximada da unidade: 42,00 m<sup>2</sup>;
- área interna aproximada da unidade: 37,00 m<sup>2</sup>;
- piso: cerâmico na cozinha e banheiro, cimentado no restante;
- revestimento de alvenarias: azulejo 1,50m nas paredes hidráulicas e box reboco interno e externo com pintura PVA no restante;
- forro: laje de concreto;
- cobertura: telha fibrocimento;
- esquadrias: janelas de ferro ou alumínio e portas de madeira;

- dimensões dos compartimentos: compatível com mobiliário mínimo;
- pé-direito: 2,20m na cozinha e banheiro, 2,40 m no restante;
- instalações hidráulicas: número de pontos definido, medição independente;
- instalações elétricas: número de pontos definido, especificação mínima de materiais;
- aquecimento solar/térmico: instalação de kit completo;
- passeio: 0,50m no perímetro da construção.

A figura 03 abaixo apresenta uma tipologia padrão do PMCMV.

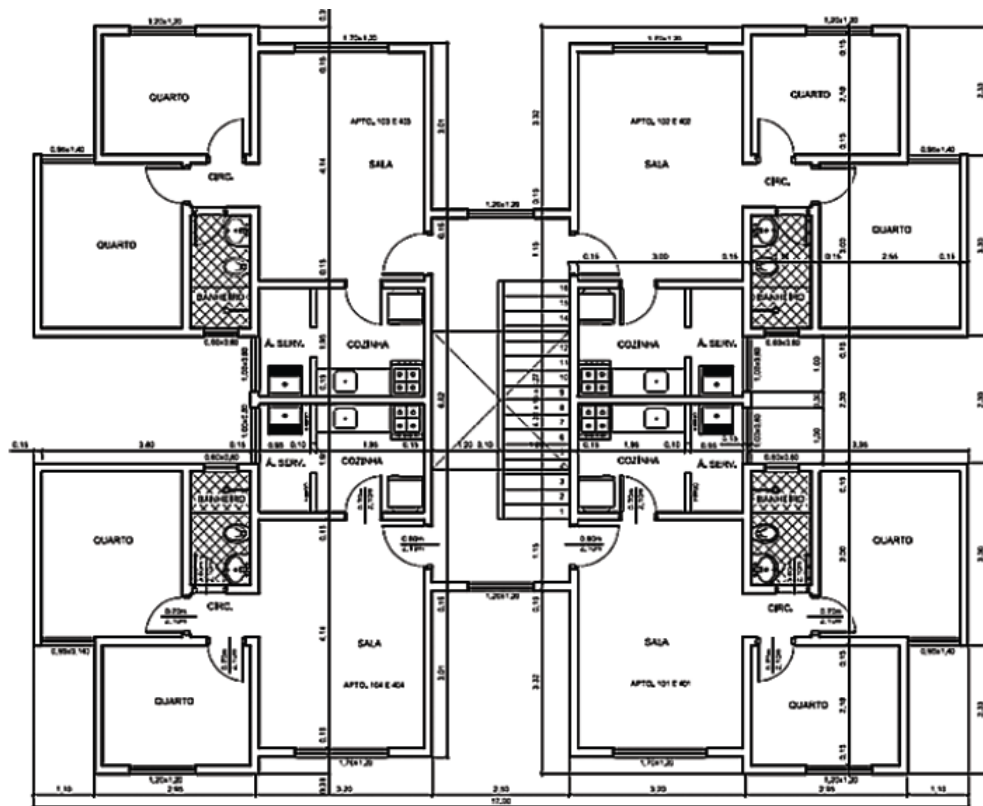


Figura 3: Exemplo da tipologia 4 apartamentos por pavimento

Fonte: Caixa Econômica Federal (2014)

#### *4.1.3 - Programas habitacionais na América do Sul*

Conforme Santos (2012), o ataque ao déficit habitacional promovido pelo governo brasileiro, através do programa “Minha Casa, Minha Vida” (MCMC) estimula outros países a adotarem políticas semelhantes como Argentina, Venezuela e Bolívia são os vizinhos sul-americanos que já desenvolveram modelos semelhantes de construção de moradias populares, mas o projeto pode se estender a outros continentes. A agência da Organização das Nações Unidas para Habitação (ONU-Habitat) visitou recentemente o Brasil para documentar práticas relacionadas ao programa “Minha Casa Minha Vida”.

Para Santos (2012), MCMV, ao ser lançado em 2009, no auge da crise econômica desencadeada nos Estados Unidos, ele estimulou a economia interna brasileira. É o que a Argentina pretende com o seu Programa de Créditos Argentina Bicentenário (PROCREAR). O governo do país vizinho pretende construir 400 mil novas residências e gerar 100 mil postos de trabalho. No PROCREAR, como no Programa Minha Casa, Minha Vida, a iniciativa privada pode participar do projeto, só que o governo argentino é quem determina em quais terrenos haverá obras. Foram designados 1.820 hectares de terras nas 23 províncias.

Ainda conforme Santos (2012), na Argentina, onde o déficit habitacional é de 2,5 milhões de casas, estima-se que o PROCREAR vai beneficiar mais a classe média, como também ocorreu com a primeira etapa do Programa “Minha Casa, Minha Vida”. Esse deve ser também o destino do programa Moradia Social, da Bolívia. O plano começou priorizando as habitações de interesse social, mas gerou desinteresse da iniciativa privada. O projeto foi revisado e haverá a construção de edifícios para atingir classes sociais que possam honrar com os financiamentos.

No entanto, nenhum plano habitacional inspirado no Programa “Minha Casa, Minha Vida” segue tanto as características do brasileiro quanto o venezuelano “Gran Misión Vivienda”. Lançado no começo de 2012, o objetivo inicial é construir 350 mil habitações em um ano. Já a meta final é zerar o déficit

habitacional no país até 2018. Por isso, serão investidos US\$ 16,3 bilhões (R\$ 32,2 bilhões) nos próximos seis anos, para viabilizar três milhões de moradias. O governo da Venezuela enviou uma comitiva ao Brasil para entender como a Caixa Econômica Federal operacionaliza o MCMV. Além disso, um bom número de agentes do setor imobiliário já atua na construção civil venezuelana.

Conforme Rolnik (2014), o Chile foi um dos primeiros países do então terceiro mundo a adotar, durante a ditadura de Pinochet, no final dos anos 1970, as fórmulas neoliberais propostas pela Escola de Chicago em vários domínios das políticas, reduzindo, em tese, a intervenção do Estado, promovendo a participação do mercado e focalizando subsídios públicos aos grupos de extrema pobreza. Setores como a educação e serviços públicos foram privatizados, e políticas públicas, como as de habitação, foram reformadas.

Implementada sistematicamente durante mais de três décadas, inclusive durante os governos da Concertación (coalizão de centro-esquerda), o modelo de política habitacional adotado pelo Chile é quase igual à fórmula do programa “Minha Casa, Minha Vida”: sendo que subsídios públicos individuais permitem às famílias de menor renda comprar no mercado produtos ofertados por construtoras privadas. O modelo se completa com disponibilidade de crédito: sendo que quanto menor é a renda, maior será o subsídio e menor é a parcela de crédito que entra para viabilizar a compra do imóvel.

Este modelo praticamente pôs fim à produção informal de habitação no Chile e criou, ao longo do período, mais de um milhão de soluções habitacionais, transformando-se em grande referência de política habitacional, louvada por organismos e consultores internacionais. Hoje, no entanto, além das manifestações estudantis maciças denunciando a privatização da educação, que produziu um ensino caro e de baixa qualidade, o Chile vive o dilema do que fazer com os seus “com teto”.

Ainda conforme Rolnik (2014), no Chile centenas de milhares de casas e apartamentos da supostamente exitosa política habitacional chilena produziu um território marcado por uma segregação profunda, onde o “lugar dos pobres” é uma

periferia homogênea, de péssima qualidade urbanística e, muitas vezes, também, de péssima qualidade de construção, marcada ainda por sérios problemas sociais, como tráfico de drogas, violência doméstica, entre outros. Para se ter uma idéia, vários conjuntos habitacionais já foram demolidos e muitos outros se encontram em estudo para demolição.

Assim Rolnik (2014), expõe que a decisão de onde e como deveria ser produzida, encarada como um produto que se compra individualmente, como um carro ou uma geladeira, a cidade que resultou é simplesmente desastrosa e nada nos leva a supor, que, em menos de dez anos, não estaremos enfrentando no Brasil o mesmo cenário com o programa “Minha Casa, Minha Vida”.



Figura 4: Residência popular chilena abandonada

Fonte: Raquel Rolnik (2014)



Figura 5: Área de conjunto habitacional no Chile

Fonte: Autor (2014)

## 4.2 - Avaliação dos recursos hídricos e energéticos brasileiros

### 4.2.1- Situação dos principais reservatórios

Segundo Cerqueira (2015), cerca de 70% da superfície terrestre é coberta por água no estágio líquido e esta distribuição de água na hidrosfera se apresenta conforme apresentado na tabela 01.

Tabela 01: Distribuição da água no planeta

Fonte: Wagner de Cerqueira (2015)

<b>Área De Contribuição</b>	<b>Distribuição</b>
Oceano	97,20 %
Geleiras e calotas de gelo	2,15 %
Água presente no subsolo	0,62 %
Água de superfície (rios, lagos e outros)	0,029 %
Água presente na atmosfera	0,001 %

A tabela 02 apresenta dados do Operador Nacional do Sistema Elétrico (2014), com os níveis de armazenamento dos principais reservatórios geradores de energia em cada região do Brasil agosto do ano de 2014.

Tabela 02: Níveis dos principais reservatórios brasileiros

Fonte: Operador Nacional do Sistema Elétrico (2014)

<b>Região Sudeste / Centro-Oeste</b>			
Rio	Reservatório	% atendimento a região	Situação em 09/2014
Rio Paranaíba	Emborcação	10,82	31,43
	Nova Ponte	11,39	18,85
	Itumbiara	7,89	19,29
	São Simão	2,54	22,00
Rio Grande	Furnas	17,42	25,03
	Mascarenhas M.	2,18	53,41
	Marimbondo	2,72	17,10
	Água Vermelha	2,22	14,63
Rio Paraná	Ilha/3 Irmãos	3,07	0,00
Rio Paranapanema	Jurumim	2,00	27,10
	Chavantes	1,63	30,16
	Capivara	1,95	59,42
<b>Região Sul</b>			
Rio Iguaçu	S. Santiago	16,30	97,27
	G. B Munhoz	30,39	52,83
	Segredo	2,29	100,42
Rio Jacuí	Passo Real	15,02	87,21
Rio Uruguai	Passo Fundo	8,72	97,03
<b>Região Nordeste</b>			
Rio São Francisco	Sobradinho	58,20	32,88
	Três Marias	31,02	6,02
	Itaparica	6,62	20,32
<b>Região Norte</b>			
Rio Tocantins	Serra da Mesa	43,68	36,12
	Tucuruí	51,53	45,75

Assim é verificada a situação crítica que a região sudeste/centro-este se encontra com maioria de seus reservatórios com capacidade menos de 30,00%.

Embora o Brasil disponha de aproximadamente, 14,00 % da água doce superficial do mundo, menos de 1,00 % desse total é retirado para consumo humano. No entanto, 68,00 % desses recursos estão localizados na Região Norte, que congrega menos de 8,00 % da população do país enquanto o Nordeste, que

abriga cerca de 30,00 %, da população, dispõe apenas de 3,00 % da água doce disponível. O consumo médio de água no Brasil é de cerca de 150,00 l/hab.dia, sendo que regiões de maior renda apresentam consumo maior.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2008), apenas 50,60 % dos domicílios urbanos são atendidos por esgoto sanitários, e uma parcela correspondente a menos de 35,00 % do esgoto coletado é tratada, de acordo como Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, dejetos sem tratamento são lançados nos cursos hídricos ou no solo, gerando contaminação e doenças. O mesmo se aplica a boa parte das águas contaminadas por processos industriais e atividades de irrigação. Além do esgoto e dos resíduos líquidos industriais, a lixiviação de espécies químicas presentes nos materiais de construção, como madeira tratada, tintas e, até mesmo, alguns aditivos de concreto, defensivos agrícolas e até mesmo resíduos fármacos, incluindo anticoncepcionais, contaminam as águas com espécies químicas que as estações de tratamento não conseguem remover.

#### *4.2.2 - Crescimento do consumo energético*

Segundo dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2014), no Brasil, o consumo de eletricidade cresceu a uma taxa média de 5,80 % ao ano, de 1973 a 2011, enquanto a demanda total energética foi de 3,20 %, e o PIB, de 3,40 %, valores bem superiores aos verificados no mundo. O consumo residencial, no Brasil, evoluiu, em média, 6,30 %, enquanto o industrial, 4,00 %, evidenciando um maior uso social da energia.

Nos próximos dez anos conforme EPE (2014), o planejamento energético do MME, considerando os estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) 2021, indica uma taxa média de crescimento de 4,90 % ao ano para o consumo de eletricidade e para a demanda total de energia, num cenário de PIB de 4,70 % ao ano. Embora as premissas sejam de crescimento moderado dos setores intensivos em energia, a Copa do Mundo de 2014, as Olimpíadas de 2016 e o

desenvolvimento do pré-sal deverão alavancar o crescimento da demanda de energia. As figuras 06 e 07 apresentam o crescimento energético entre os anos de 2009 e 2014, em todos os segmentos de consumo e apenas no segmento residencial respectivamente.

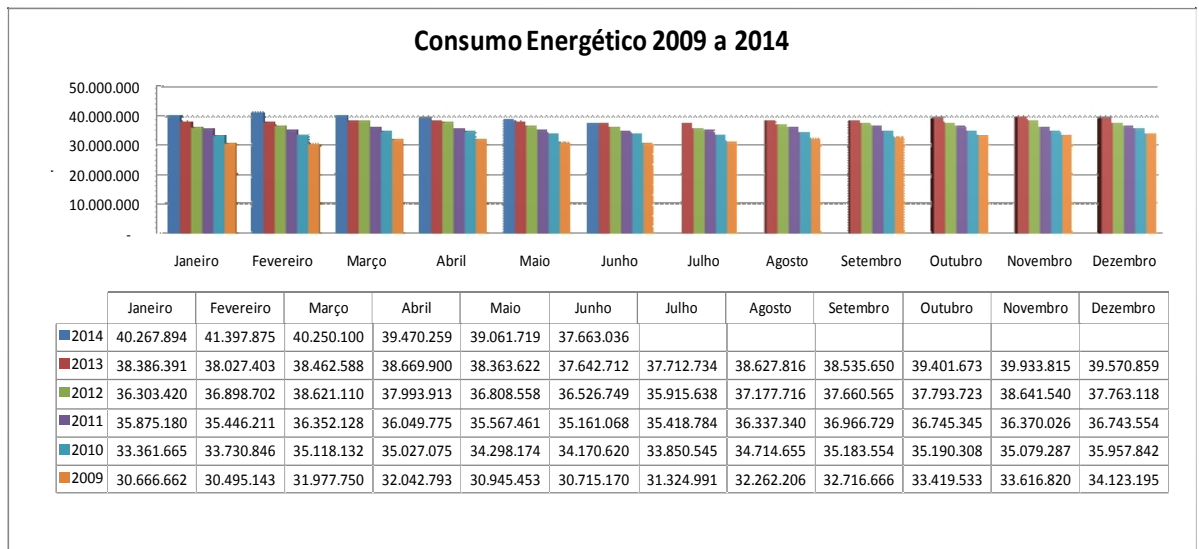


Figura 6: Consumo energético no Brasil 2009 a 2014

Fonte: EPE (2014)

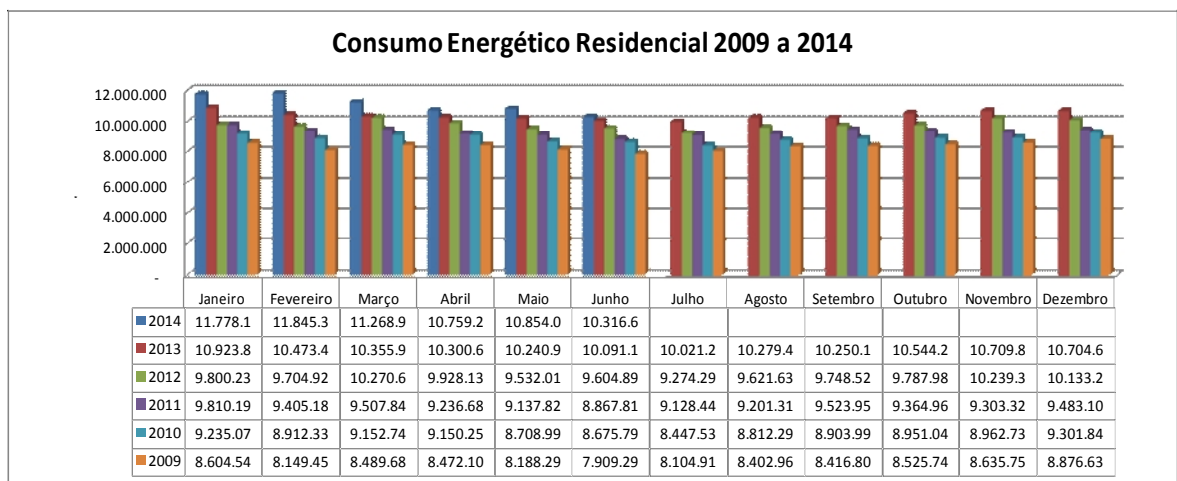


Figura 7: Consumo energético residencial no Brasil 2009 a 2014

Fonte: EPE (2014)

### **4.3 - Parâmetros hidráulicos residenciais**

#### *4.3.1 - Consumo de água*

A utilização de águas em áreas urbanizadas é dividida em 03 categorias, consumo residencial, consumo comercial e consumo público conforme citado por Bazzarella (2007), e exemplificado abaixo:

- consumo residencial: volume utilizado em residências simples e ou em edificações multifamiliares;
- consumo comercial: volume utilizado em estabelecimentos como unidades de saúde como hospitais ou prontos de saúde, estadias como hotéis, comércios diversos como lavanderias, lanchonetes, restaurante entre outros;
- consumo público: volume utilizado em unidades públicas como escolas, unidades de saúde, cadeias, bancos entre outros.

#### *4.3.2 - Consumo de água residencial*

Para Rapoport (2004), o volume de água consumida em uma residência simples ou em unidades multifamiliares depende de diversos fatores como quantidade de moradores, faixa etária dos moradores, temperatura do município ou área que a residência se situa entre outros fatores.

Em uma residência a distribuição do consumo pode variar entre os equipamentos que possuem na residência, a figura 08 apresenta a distribuição média por equipamento.

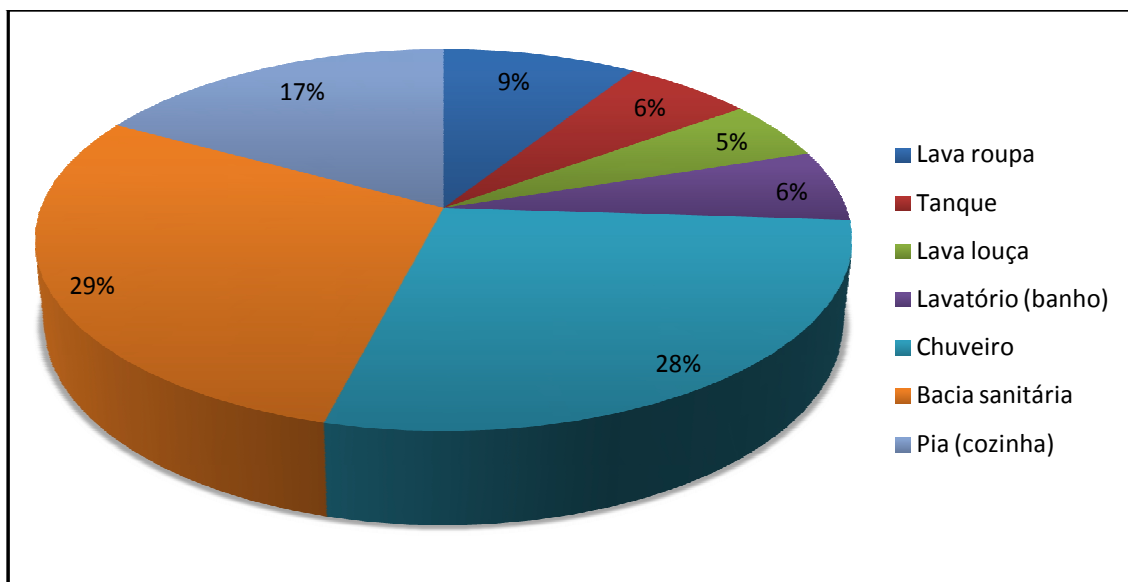


Figura 8: Utilização de água em atividades domiciliares

Fonte: Beatriz Rapoport (2004)

O consumo residencial pode variar devido à região por vários fatores, como exemplo a temperatura da região influenciaria no número de banhos diários. A tabela 03 apresenta o consumo l/hab.dia das regiões do Brasil.

Tabela 03: Consumo de água por habitante nas regiões brasileiras

Fonte: Beatriz Rapoport (2004)

Região	Consumo por habitante (L/hab.dia)
Norte	111,70
Nordeste	107,30
Sudeste	174,00
Sul	124,60
Centro-Oeste	133,60
Brasil	141,00

Este consumo independente da região gera diferentes tipos de água provenientes de pias, bacias sanitárias, lavatórios, lava louças, lava roupas, chuveiros, tanques entre outros e podem ter seus consumos analisados na tabela 04.

Tabela 04: Distribuição do consumo de água residencial

Fonte: Beatriz Rapoport (2004)

<b>Tipo de água captada</b>	<b>Quantidade captada</b>	<b>Percentual</b>
Água cinza reuso	245 l	49 %
Água negra	145 l	29 %
Água cinza	110 l	22 %

Em uma residência com reservatório para capacidade de 500 litros de armazenamento apresenta a distribuição média apresentada na tabela 09, visto que a água cinza corresponde a 245litros, ou seja, 49,00 % do montante total.



Figura 9: Distribuição de água de um reservatório residencial

Fonte: Beatriz Rapoport (2004)

#### **4.4 - Caracterização, condições e critérios para desenvolver o tratamento da água cinza**

##### *4.4.1 - Caracterização de água cinza*

Conforme May (2009), água cinza é qualquer água residual, ou seja, não-industrial, a partir de processos domésticos como lavar louça, roupa e tomar banho. A água cinza corresponde a 50 a 80% de esgoto residencial. Composto de

água residual gerado a partir de todas as casas saneadas, exceto dos vasos sanitários (que são águas negras).

Água cinza se distingue da água negra pela quantidade e composição dos seus produtos químicos e contaminantes biológicos (de fezes ou substâncias químicas tóxicas).

A prévia definição da reutilização da água cinza é fundamental para o desempenho correto do sistema, assim auxiliando no correto processo de adequação da água cinza de reuso para seu uso final sendo funcional na meta de conter o desperdício. A ANA (2005) apresenta a diferença entre perda e desperdício:

- perda sendo toda a água que escapa do sistema antes de ser utilizada para uma atividade fim;
- desperdício caracterizado como a utilização da água em quantidade superior a necessária para o desenvolvimento adequado da atividade consumidora.

#### **4.5 - Principais parâmetros de controle para reuso de águas cinza**

##### *4.5.1 - Parâmetros físicos*

Segundo Rapoport (2004), os principais parâmetros a serem analisados em águas a serem estudadas são:

- sólidos totais: Toda a matéria que permanece como resíduo após evaporação à temperatura de 103 C a 105 C;
- temperatura: A temperatura das águas residuárias é um importante parâmetro devido a seu efeito na vida aquática podendo causar o decaimento de oxigênio na água devido ao aumento do metabolismo dos seres vivos e florescimento de fungos e plantas aquáticas indesejáveis;

- cor: Provocada por corantes orgânicos e inorgânicos;
- odor: provocado pela decomposição da matéria orgânica e a presença de compostos de enxofre;
- turbidez: Presença de partículas em suspensão que interferem na passagem da luz através da água. É esteticamente desagradável e o material particulado pode impedir a ação de alguns agentes desinfetantes como o Ultra Violeta (UV) e principalmente a reação com o cloro.

#### *4.5.2 - Parâmetros químicos*

Ainda Rapoport (2004), detalha os principais grupos de substâncias orgânicas encontradas nas águas residuárias são proteínas, carboidratos, gorduras e óleos, além destes podem existir moléculas orgânicas sintéticas tais como surfactantes, fenóis e pesticidas agrícolas que são de difícil biodegradação:

- DBO: Demanda Bioquímica de Oxigênio é o parâmetro mais usual de medição de poluição orgânica e determina a quantidade aproximada de oxigênio que será necessária para oxidar biologicamente a matéria orgânica presente. O período de incubação é usualmente de cinco dias a 20C. A estabilização biológica das substâncias orgânicas em uma água contendo oxigênio dissolvido realiza-se em duas fases. Na primeira são atacados os compostos carbonáceos e na segunda a amônia;
- DQO: É o parâmetro utilizado para medir tanto a matéria orgânica degradável como a não biodegradável (inseticidas detergentes). Na demanda química de oxigênio a matéria orgânica que pode ser oxidada é medida utilizando-se dicromato de potássio ou qualquer outro oxidante forte. A DQO geralmente é maior do que a DBO em um despejo em virtude da maior facilidade com que grande número de compostos pode ser oxidado por via química;

- pH: O potencial de hidrogênio em sua água potável é conhecido como o seu pH. O pH é uma medida da acidez ou alcalinidade de uma solução. Ela é medida numa escala de 0-14 com os números de menos de 7, indicando uma solução ácida e números acima de 7, indicando uma solução alcalino-básica. A tabela 05 relaciona o pH de alguns elementos usualmente encontrados.

Tabela: 05 Níveis de pH de algumas substâncias

Fonte: Beatriz Rapoport (2004)

<b>Substância</b>	<b>pH</b>
Ácido de bateria	< 1,0
Suco gástrico	1,0 a 3,0
Sumo de limão	2,2 a 2,4
Vinagre	2,4 a 3,4
Café	5,0
Leite	6,3 a 6,6
Água pura	7,0
Saliva humana	6,5 a 7,5
Sangue humano	7,35 a 7,45
Água do mar	8,0
Soda cáustica	13,50

- Metais pesados: tais como cromo, chumbo, zinco, mercúrio não tem função biológica conhecida e são geralmente tóxicos a uma grande variedade de organismos;

- OD: Representa a quantidade de oxigênio dissolvido na água. Provém do contato da água com a atmosfera e da produção por organismos fotossintéticos. Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias utilizam o OD para respiração causando conseqüentemente sua redução no meio. Caso o oxigênio seja totalmente consumido surgem condições anaeróbias que ocasionam odores desagradáveis. A solubilidade do Oxigênio varia com a temperatura e pressão;

- Nitrogênio: Pode ser encontrado sob varias formas e estados de oxidação no meio aquático entre elas: forma molecular ( $N_2$ ), Amônia ( $NH_3$ ), Nitrito ( $NO_2$ ), Nitrato ( $NO_3$ ) e íon amônio ( $NH_4$ ). Entre as formas que servem como fontes de nitrogênio para os produtores primários estão o nitrato e o íon amônio. Altas concentrações do íon amônio podem ter grandes implicações na dinâmica do oxigênio dissolvido do meio já que para oxidar 1,0 mg do íon amônio são necessários cerca de 4,3 mg de oxigênio.

A tabela 06 apresenta os parâmetros dos aparelhos geradores de água cinza em uma residência.

Tabela 06: Parâmetros de água cinza por aparelhos em residência

Fonte: Siegrist *et. al.*(1976)

Parâmetros	Chuveiro/banheira	Pia de cozinha	Lava louça	Lava roupas	Enxágüe de roupa
Físicos – mg/litro exceto onde indicado					
Temperatura (°C)	29	27	38	32	28
Turbidez (NTU)	-	-	-	-	-
ST	250	2410	1500	1340	410
SST	120	720	440	280	120
Químicos – mg/litro exceto onde indicado					
pH	-	-	-	-	-
Condutividade (µs/cm)	-	-	-	-	-
Alcalinidade	-	-	-	-	-
DBO5	170	1460	1040	380	150
DBQ	-	-	-	-	-
Óleos e graxas	-	-	-	-	-
Cloretos	-	-	-	-	-
Nutrientes – mg/litro exceto onde indicado					
N-Total	17	74	40	21	6
NTK	-	-	-	-	-
NH4-N	2	6	4,5	0,7	0,4
NO3-N	0,4	0,3	0,3	0,6	0,4
NO3 e NO2	-	-	-	-	-
P-total	2	74	68	57	21
PO4-P	1	31	32	15	4
Microbiológicos – por 100 ml exceto onde indicado					
Coliformes totais	70 – 8200	-	-	-	-
Coliformes fecais	1 – 2500	-	-	85 – 8,9x10 <sup>5</sup>	190 – 1,5x10 <sup>5</sup>
Cripistoridium	-	-	-	9 – 1,6x10 <sup>4</sup>	35 – 7,1x10 <sup>3</sup>
Salmonela	-	-	-	-	-

Tabela 07: Parâmetros de água cinza por aparelhos em residência

Fonte: Christova-Boal *et. al.* (1998)

<b>Parâmetros</b>	<b>Banheiro</b>	<b>Lavanderia</b>
Físicos – mg/litro exceto onde indicado		
Temperatura (°C)	-	-
Turbidez (NTU)	60 – 240	50 – 210
ST	-	-
SST	-	-
Químicos – mg/litro exceto onde indicado		
pH	6,4 – 8,1	9,3 – 10
Condutividade (µs/cm)	82 – 250	190 – 1400
Alcalinidade	24 – 43	83 – 200
DBOS	76 – 200	48 – 290
DBQ	-	-
Óleos e graxas	37 – 78	8,0 – 35
Cloretos	9,0 – 18	9,0 – 88
Nutrientes – mg/litro exceto onde indicado		
N-Total	-	-
NTK	4,6 – 20	1,0 – 40
NH4-N	< 0,1 – 15	< 0,1 – 1,9
NO3-N	-	-
NO3 e NO2	< 0	0,10 – 0,31
P-total	0,11 – 1,8	0,062 - 42
PO4-P	-	-
Microbiológicos – por 100 ml exceto onde indicado		
Coliformes totais	500 – 2,4x10 <sup>7</sup>	2,3x10x <sup>7</sup> – 3,3x10 <sup>5</sup>
Coliformes fecais	170 – 3,3x10 <sup>3</sup>	110 – 1,09x10 <sup>3</sup>
Cripistoridium	-	-
Salmonela	-	-

Tabela 08: Parâmetros de água cinza por aparelhos em residência

Fonte: Almeida *et. at.* (1999)

<b>Parâmetros</b>	<b>Banheira</b>	<b>Lavatório</b>	<b>Chuveiro</b>	<b>Pia de cozinha</b>
Físicos – mg/litro exceto onde indicado				
Temperatura (°C)	-	-	-	-
Turbidez (NTU)	-	-	-	-
ST	-	-	-	-
SST	54	181	200	235
Químicos – mg/litro exceto onde indicado				

pH	-	-	-	-
Condutividade (µs/cm)	-	-	-	-
Alcalinidade	-	-	-	-
DBO5	-	-	-	-
DBQ	210	298	501	644
Óleos e graxas	-	-	-	-
Cloretos	-	-	-	-
Nutrientes – mg/litro exceto onde indicado				
N-Total	-	-	-	-
NTK	-	-	-	-
NH4-N	1,1	0,3	1,2	0,3
NO3-N	4,2	6,0	6,3	5,8
NO3 e NO2	-	-	-	-
P-total	-	-	-	-
PO4-P	5,3	13,3	19,2	26
Microbiológicos – por 100 ml exceto onde indicado				
Coliformes totais	-	-	-	-
Coliformes fecais	-	-	-	-
Cripistoridium	-	-	-	-
Salmonela	-	-	-	-

#### 4.6 - Sistemas e etapas de tratamento de água cinza

Em uma pesquisa experimental realizada por May (2009), foram coletadas 240 amostras de água cinza, coletadas da seguinte forma:

- efluente proveniente dos chuveiros e lavatórios;
- efluente da lavagem de roupa (1º ciclo);
- efluente proveniente do primeiro enxágüe de lavagem de roupa (2º ciclo);
- efluente proveniente do primeiro enxágüe de lavagem de roupa (3º ciclo);
- efluente proveniente da mistura dos efluentes acima citados.

Para armazenagem dos efluentes foram utilizados reservatórios de polietileno de 500 a 1.000 litros conforme figura 10.



Figura 10: Sistema de armazenamento de água cinza coletada

Fonte: Simone May (2009)

A figura 11 apresenta a comparação visual das amostras de águas coletadas.

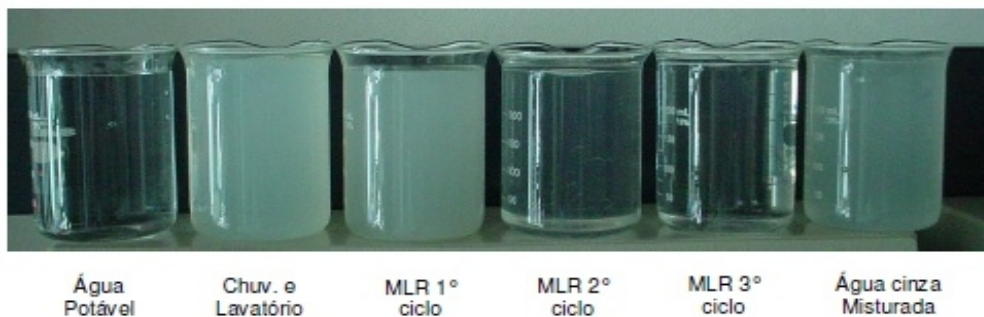


Figura 11: Amostras coletadas de águas cinza

Fonte: Simone May (2009)

O sistema experimental para realização do tratamento de água cinza coletada utiliza o sistema biológico aeróbico, utilizando um reator biológico de contato chamado também de biodisco. Estes discos em movimento rotacional fornecem oxigênio para o local que a água esta armazenada assim, fazendo a remoção da carga orgânica.

O sistema é composto por:

- tanque de equalização;
- sistema de biodisco;
- reservatórios de decantação;
- filtro de areia de pressão;
- sistema de desinfecção.

Conforme May (2009), o sistema funcionava da seguinte maneira: o efluente proveniente dos pontos de coleta (chuveiro, lavatórios e máquinas de lavar roupas 1º, 2º, e 3º ciclo) era levado ao reservatório de equalização. No tanque de equalização foi utilizado um agitador para evitar a sedimentação de sólidos que podem estar presentes nas águas cinza. Posteriormente, esse efluente era direcionado ao sistema de biodisco onde ocorria a degradação da matéria orgânica conforme apresentado nas figuras 13 e 14 respectivamente. Uma bomba era utilizada para transportar a água coletada ao sistema de biodisco, com uma vazão de 500 l/dia. O armazenamento era realizado em períodos de até 24 horas.



Figura 12: Etapa de biodiscos

Fonte: Simone May (2009)



Figura 13: Biofilme formado por bactérias

Fonte: Simone May (2009)

#### **4.7 - Parâmetros para utilização da água após tratamento**

Conforme a NBR 13.969, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1997), “Todos os efluentes que tenham como destino final corpos receptores superficiais ou galerias de águas pluviais, além do reuso, devem sofrer desinfecção.”.

O uso de águas cinza para a descarga de vasos sanitários bem como para outros usos não potáveis pode oferecer ao usuário risco de contaminação no contato direto e indireto com essas águas, por isso a importância dessas águas estarem devidamente tratadas e estarem enquadradas no padrão mínimo de exigência de qualidade para reuso características físicas e químicas.

Conforme May (2009), o tratamento de águas cinza se faz necessário por uma série de fatores relacionados ao grau de exigência mínima de qualidade da água para o uso não potável, que devem atender aos seguintes características:

Uso de água cinza e para rega de jardim e lavagem de pisos:

- não deve apresentar odores desagradáveis;

- não deve conter componentes que agridam as plantas ou que estimulem o crescimento de pragas;
- não deve ser abrasiva;
- não deve manchar superfícies;
- não deve apresentar risco de infecções ou contaminações por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.

Uso de água cinza e para descarga em vasos sanitários:

- deverá contemplar as restrições do item 1;
- não deve deteriorar os metais sanitários e máquinas.

Uso de água cinza para lavagem de veículos

- deverá contemplar as restrições do item 1;
- não deve conter sais ou substâncias remanescentes após secagem.

Uso de água cinza para lavagem de roupas

- deverá contemplar as restrições do item 1;
- deve ser incolor;
- não deve ser turva;
- deve ser livre de algas;
- deve ser livre de partículas sólidas;
- deve ser livre de metais;
- não deve deteriorar equipamentos.

Uso de água cinza para recreação ou uso ornamental

- deverá contemplar as restrições do item 4;

- não deve provocar irritações nos olhos, pele, boca e garganta dos usuários.

A tabela 09 apresenta os principais parâmetros para controle de reuso não potável descritos na NBR 13.969/1997.

Tabela 09: Parâmetros de controle para reuso não potável

Fonte: NBR 13.969 (1997)

Aplicação	Parâmetro	Quantidade
Lavagem de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador incluindo chafarizes	pH	6 - 8
	Turbidez	5
	SDT (mg/l)	< 200
	Cloro residual	0,5 – 1,5
	Cloriformes termotolerantes NMP/100 ml	< 200
Lavagem de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção de lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes	pH	-
	Turbidez	5
	SDT (mg/l)	-
	Cloro residual	0,5
	Cloriformes termotolerantes NMP/100 ml	< 500
Descarga de vasos e sanitários	pH	-
	Turbidez	< 10
	SDT (mg/l)	-
	Cloro residual	-
	Cloriformes termotolerantes NMP/100 ml	< 500

Conforme May (2009), o Sinduscon propõe os parâmetros de qualidade para reuso de água cinza contidos na tabela 10.

Tabela 10: Parâmetros de controle para reuso não potável em descarga de vasos sanitários, lavagem de pisos, fins ornamentais e lavagem de veículos

Fonte: MAY (2009)

Parâmetro	Quantidade
pH	6 - 9
Cor	≤ 10
Turbidez	≤ 2
SST (mg/l)	≤ 5
SDT (mg/l)	≤ 500
DBO (mg/l)	≤ 10
Cloriformes termotolerantes NMP/100 ml	ND

Durante o mês de dezembro de 2014, ao encerrar desta pesquisa o nível registrado no sistema alto Tietê responsável por aproximadamente 15 % do abastecimento de água potável da região metropolitana de São Paulo/SP, registrou nível de sua capacidade de 4,10%, sendo este o mais crítico nível registrado em toda história. Nesta alarmante situação governos disponibilizam verbas com valores astronômicos em tentativas desesperadas de sanar uma situação na qual poderia ter sido tratada com investimentos pontuais em infraestrutura, conscientização da população e incentivos efetivos em sistemas de reuso de águas cinza, captação e utilização de águas captadas proveniente de precipitações.

O sistema experimental para coleta e tratamento de águas cinza realizado por May (2009), apresenta após os testes realizados por May (2009), eficácia em seu propósito, sendo um interessante método a ser testado em larga escala, devido ao momento vivido de escassez de água.

## 5. CONCLUSÃO

Constou-se pela revisão bibliográfica, a necessidade da implantação de mecanismos efetivos que visam à sustentabilidade no segmento da construção civil, com foco no consumo sustentável em longo prazo privilegiando não apenas ao usuário principal, ou seja, o que habita a edificação, mas sim a comunidade que este faz parte.

Conforme sistema experimental desenvolvido por May (2009), águas cinza apresentaram um alto grau de eficiência depois de submetidas ao tratamento adequado, correto método de coleta, condução estocagem e contínuo controle de parâmetros químicos e biológicos. Como apresentado ao desenvolvimento deste trabalho cerca de 50% do montante de água utilizada em uma residência pode ser considerada com água cinza de reuso e assim ser reutilizada na área interna ou externa da residência respeitando as normas vigentes.

Sistemas para reutilização de água deveriam estar presentes obrigatoriamente na implantação de edificações comerciais, equipamentos de uso comunitário como escolas, hospitais e outros além de residenciais de baixa ou alta densidade habitacional financiada pelo governo federal como é o caso do programa brasileiro minha casa minha vida, que deveria ser exemplo em construções sustentáveis reduzindo o consumo de água.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 13969: tanques sépticos: Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997. P. 1- 60.

BAZZARELLA, B. BIANCA. Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não potável em edificações .Dissertação (Mestrado). Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2005.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. Disponível em <<http://www.caixa.gov.br/Paginas/Noticias/Noticia>>. Acesso em 13 de setembro de 2014.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Disponível em <<http://www.epe.gov.br/geracao>>. Acesso em 18 de setembro de 2014.

FORAGI, Rafael. Uma Análise do Programa Minha Casa Minha Vida. Monografia (Obtenção de título de Bacharel em Ciências Econômicas). Rio Grande do Sul: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

PORTAL BRASIL, GOVERNO FEDERAL BRASILEIRO. Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2012/11/programa-minha-casa-minha-vida-ja-entregou-934-mil-moradias>>. Acesso em 20 de setembro de 2014.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB\\_2008.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf)>. Acesso em 14 de setembro de 2014.

IMPORTÂNCIA DA ÁGUA - <http://biologiabiologic.blogspot.com.br/2015/04/a-importancia-da-agua-para-os-seres.html>. Acesso em: 25 de setembro de 2014.

MAY, SIMONE. Caracterização, Tratamento E Reuso De Águas Cinza E Aproveitamento De Águas Pluviais Em Edificações . Tese (Doutorado). São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2009.

*PORTAL BRASIL, PROGRAMA HABITACIONAL DIMINUI PRESTAÇÃO MÍNIMA PARA CONTRATAÇÃO DE FINANCIAMENTO - <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2012/11/programa-habitacional-diminui-contrapartida>. Acesso em: 02 de setembro de 2014.*

RAPAPORT, BEATRIZ. Águas cinza: Caracterização, avaliação financeira e tratamento para reuso domiciliar e condominial . Dissertação. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz Escola Nacional de Saúde Pública, 2004.

RESERVATÓRIOS BRASILEIROS Disponível em <[http://www.ons.org.br/tabela\\_reservatorios](http://www.ons.org.br/tabela_reservatorios)>. Acessado em 11 de novembro de 2014.

ROLNIK, R. Blog da Raquel Rolnik. São Paulo: Raquel Rolnik. 2012. Disponível em <<http://raquelrolnik.wordpress.com/2012/05/10/eu-sou-voce-amanha-a-experiencia-chilena-e-o-minha-casa-minha-vida>>. Acessado em 10 de outubro de 2014.

SANTOS ALTAIR. Inspirações em programas semelhantes. Disponível em <<http://www.cimentoitambe.com.br/mcmv-inspira-programas-semelhantes-em-outros-paises/> Altair Santos>. Acesso em 18 de julho de 2012.

SITUAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS - OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA (ONS) ELÉTRICO DISPONÍVEL EM - [http://www.ons.org.br/tabela\\_reservatorios/conteudo.asp](http://www.ons.org.br/tabela_reservatorios/conteudo.asp). Acesso em 14 de setembro de 2014.