XX CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
XXI ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS
06 a 08 de Novembro de 2018 | Campinas - SP

Fenágua 2018
FEIRA NACIONAL DA ÁGUA

# Wastewater Treatment in the Recharge and Discharge Areas of the Guarani Aquifer

University of New Hampshire

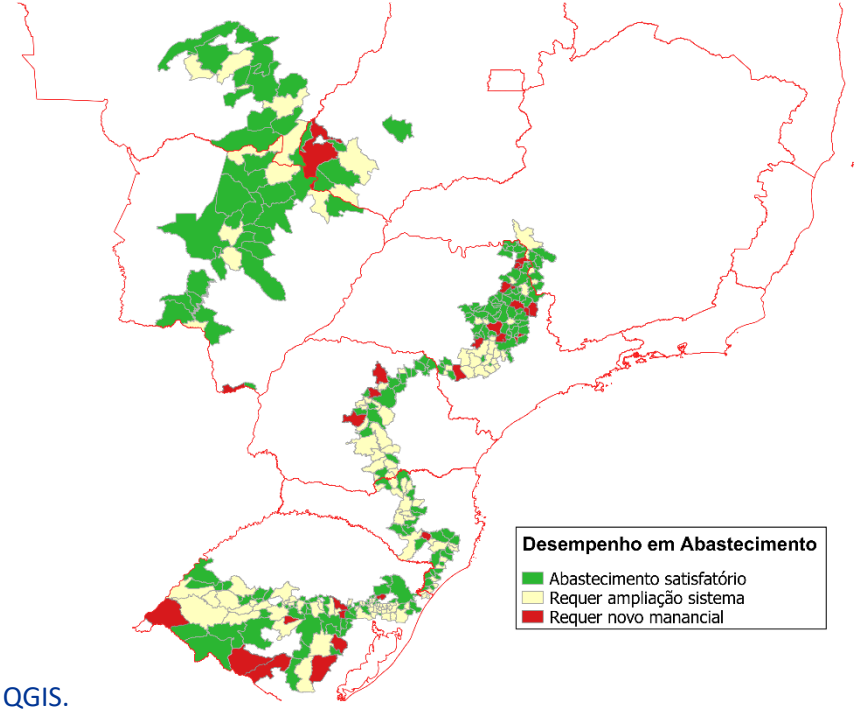
**Julia Hayes Vieira**
**Carsey School of Public Policy**
**University of New Hampshire**

# Objetivos do Estudo

1. Analisar o desempenho dos **municípios localizados nas áreas de recarga e descarga do Aquífero Guarani** em termos do tratamento do esgoto gerado;
2. Avaliar se existe diferença no **desempenho entre municípios com maior ou menor população**;
3. Avaliar se a **categoria do operador** (empresa municipal, estadual ou privada) **apresenta diferença na estimativa de investimento necessário para expansão do sistema até 2035**.

# Avaliação do Abastecimento nos Municípios

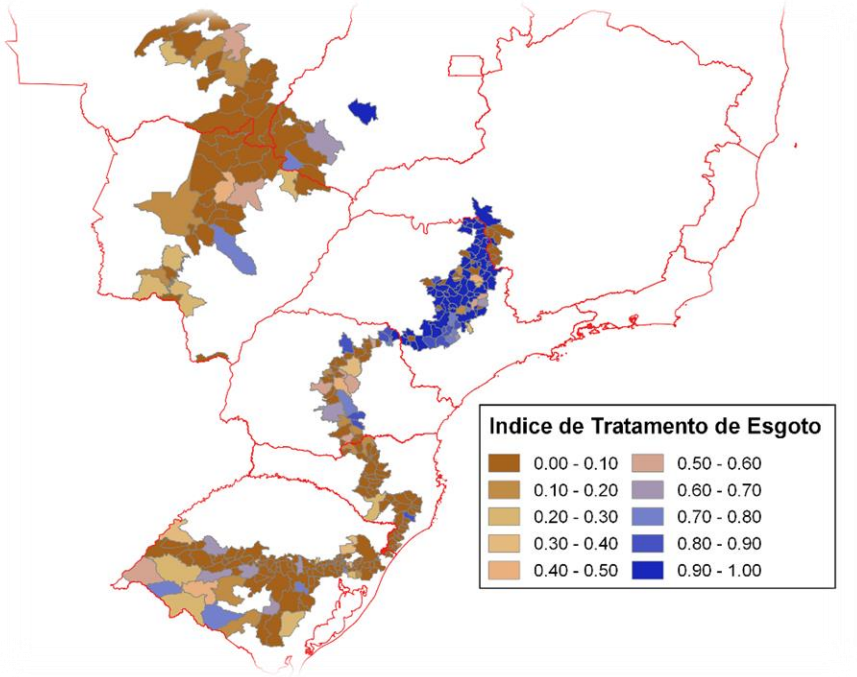
- 56% dos municípios apresentaram **abastecimento de água adequado**;
- 35% dos municípios **necessitam de expansão do sistema de abastecimento**;
- 8% dos municípios **necessitam de novo manancial para abastecimento**.




**Fonte**: Atlas do Abastecimento, ANA, 2010.
**Nota**: Mapa desenvolvido pela autora utilizando o software QGIS.

# Tratamento de Esgoto nos Municípios

- 57% dos municípios **trataram menos de 10% do esgoto gerado**;
- 14% dos municípios **trataram mais de 95% do esgoto gerado;**
- 29% dos municípios **tratam entre 10% e 95% do esgoto gerado**.




**Fonte**: Atlas do Esgoto, ANA, 2017.
**Nota**: Mapa desenvolvido pela autora utilizando o software QGIS.

# Materiais e Métodos

| | | |
|---|---|---|
| **Variável Dependente** | **Investimento Estimado (R$) –** Log do investimento estimado para adequada coleta e tratamento de esgoto necessário para o Município até 2035. | $\bar{x}$ =15,97<br>$\sigma$ =1,30 |
| **Variáveis Independentes** | **População (2035)** – Log da população estimada no município em 2035. | $\bar{x}$ = 9,34<br>$\sigma$ =1,41 |
| | **Resultado Final** – Avaliação do abastecimento de água no município estimado para 2015. | Satisfatório (56,7%)<br>Sistema necessita de expansão (35,6%)<br>Sistema necessita de novo manancial (7,7%) |
| | **Categoria do Operador** – Tipo de empresa que opera o sistema de abastecimento de água do município. | Empresa Municipal (38,4%)<br>Empresa Privada (1,9%)<br>Companhia Estadual (59,7%) |
| | **Necessidade de Remoção de DBO** – Método necessário de remoção de matéria orgânica para tratamento adequado de esgoto do município ate 2035. | Entre 60% e 80% (69,8%)<br>Acima de 80% (21,2%)<br>Solução conjunta (3,8%)<br>Requer solução complementar (5,2%) |
| | **Parcela da Carga Lançada em 2013 sem Coleta e sem Tratamento (Kg DBO/dia)** – Log das toneladas de esgoto lançado sem coleta e tratamento no município por dia em 2013. | $\bar{x}$ =4,03<br>$\sigma$ =2,03 |
| | **Parcela da Carga Lançada em 2013 com Coleta e com Tratamento (Kg DBO/dia)** – Log das toneladas de esgoto lançado com coleta e tratamento no município por dia em 2013. | $\bar{x}$ =4,88<br>$\sigma$ =1,54 |

**Fonte**: Atlas do Abastecimento, ANA, 2010; Atlas do Esgoto, ANA, 2017.

# Resultados

| | Preditor | Regressão Múltipla | Modelo Bootstrap |
|---|---|---|---|
| População (2035) | | 0,374*** | 0,374*** |
| Resultado Final | Satisfatório | | |
| | Sistema necessita de expansão | 0,080 | 0,080* |
| | Sistema necessita de novo manancial | 0,054 | 0,054 |
| Categoria do Operador | Empresa Municipal | | |
| | Empresa Privada | 0,607 | 0,607 |
| | Companhia Estadual | -0,139* | -0,139* |
| Necessidade de Remoção de DBO | Entre 60% e 80% | | |
| | Acima de 80% | 0,083 | 0,083 |
| | Solução conjunta | 0,226 | 0,226** |
| | Requer solução complementar | 0,066 | 0,066 |
| Parcela da Carga Lançada em 2013 sem Coleta ou Tratamento (Kg DBO/dia) | | 0,219*** | 0,219*** |
| Parcela da Carga Lançada em 2013 com Coleta e Tratamento (Kg DBO/dia) | | -0,174*** | -0,174*** |
| Constante | | 3,224 | 3,224 |
| $R^2$ | | 0,552 | 0,552 |

*p < 0,05; **p < 0,01; ***p < 0,001

# Resultados

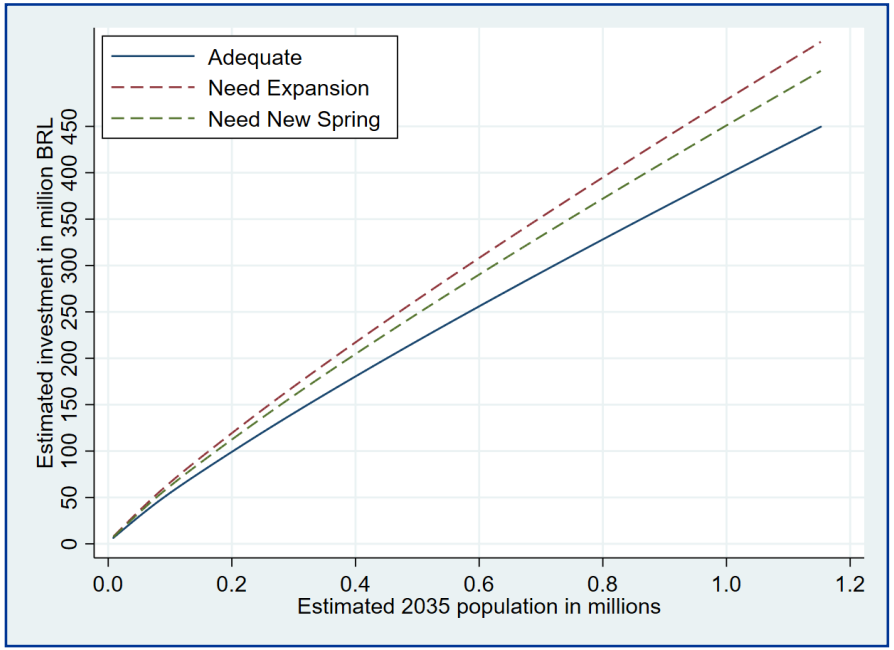
| | Preditor | Regressão Múltipla | Modelo Bootstrap |
|---|---|---|---|
| População (2035) | | 0,374*** | 0,374*** |
| Resultado Final | Satisfatório | | |
| | Sistema necessita de expansão | 0,080 | 0,080* |
| | Sistema necessita de novo manancial | 0,054 | 0,054 |
| Categoria do Operador | Empresa Municipal | | |
| | Empresa Privada | 0,607 | 0,607 |
| | Companhia Estadual | -0,139* | -0,139* |
| Necessidade de Remoção de DBO | Entre 60% e 80% | | |
| | Acima de 80% | 0,083 | 0,083 |
| | Solução conjunta | 0,226 | 0,226** |
| | Requer solução complementar | 0,066 | 0,066 |
| Parcela da Carga Lançada em 2013 sem Coleta ou Tratamento (Kg DBO/dia) | | 0,219*** | 0,219*** |
| Parcela da Carga Lançada em 2013 com Coleta e Tratamento (Kg DBO/dia) | | -0,174*** | -0,174*** |
| Constante | | 3,224 | 3,224 |
| $R^2$ | | 0,552 | 0,552 |

*p < 0,05; **p < 0,01; ***p < 0,001

# Implicações em Termos de Políticas Públicas

**Municípios que atualmente requerem expansão do sistema tendem a necessitar de maior investimento para alcançar tratamento de esgoto adequado até 2035**, comparado aos municípios que apresentam abastecimento adequado ($\hat{\beta} = 0{,}08$; $p < 0{,}05$).

Municípios que puderam e/ou optaram por investir em abastecimento de água e tratamento de esgoto no passado, tendem a apresentar uma vantagem comparativa em termos de recursos necessários para garantir um sistema adequado de tratamento de esgoto no futuro.



# Resultados

| | Preditor | Regressão Múltipla | Modelo Bootstrap |
|---|---|---|---|
| População (2035) | | 0,374*** | 0,374*** |
| Resultado Final | Satisfatório | | |
| | Sistema necessita de expansão | 0,080 | 0,080* |
| | Sistema necessita de novo manancial | 0,054 | 0,054 |
| Categoria do Operador | Empresa Municipal | | |
| | Empresa Privada | 0,607 | 0,607 |
| | Companhia Estadual | -0,139* | -0,139* |
| Necessidade de Remoção de DBO | Entre 60% e 80% | | |
| | Acima de 80% | 0,083 | 0,083 |
| | Solução conjunta | 0,226 | 0,226** |
| | Requer solução complementar | 0,066 | 0,066 |
| Parcela da Carga Lançada em 2013 sem Coleta ou Tratamento (Kg DBO/dia) | | 0,219*** | 0,219*** |
| Parcela da Carga Lançada em 2013 com Coleta e Tratamento (Kg DBO/dia) | | -0,174*** | -0,174*** |
| Constante | | 3,224 | 3,224 |
| $R^2$ | | 0,552 | 0,552 |

*p < 0,05; **p < 0,01; ***p < 0,001

# Implicações em Termos de Políticas Públicas

Estima-se que os municípios com **maior população até 2035 necessitarão de maior investimento para garantir adequado tratamento do esgoto gerado**.

Nesse sentido, é importante o **planejamento da expansão urbana que possa equilibrar a preservação da cobertura florestal para viabilizar uma economia nos custos do tratamento de água**. Costa et al (2013, p. 64) explicam que os custos para o tratamento de água são menores em Bacias que apresentam maior cobertura vegetal comparadas às Bacias que apresentam pouca cobertura.

- Tratar 1.000 m³ de água no Sistema Cantareira, que ainda tinha 27,2% de cobertura florestal, custava R$7,20, enquanto que o tratamento da mesma quantidade de água no Rio Piracicaba, que apresentava somente 4,3% de cobertura florestal, custava R$92,61.

# Resultados

| | Preditor | Regressão Múltipla | Modelo Bootstrap |
|---|---|---|---|
| População (2035) | | 0,374*** | 0,374*** |
| Resultado Final | Satisfatório | | |
| | Sistema necessita de expansão | 0,080 | 0,080* |
| | Sistema necessita de novo manancial | 0,054 | 0,054 |
| Categoria do Operador | Empresa Municipal | | |
| | Empresa Privada | 0,607 | 0,607 |
| | Companhia Estadual | -0,139* | -0,139* |
| Necessidade de Remoção de DBO | Entre 60% e 80% | | |
| | Acima de 80% | 0,083 | 0,083 |
| | Solução conjunta | 0,226 | 0,226** |
| | Requer solução complementar | 0,066 | 0,066 |
| Parcela da Carga Lançada em 2013 sem Coleta ou Tratamento (Kg DBO/dia) | | 0,219*** | 0,219*** |
| Parcela da Carga Lançada em 2013 com Coleta e Tratamento (Kg DBO/dia) | | -0,174*** | -0,174*** |
| Constante | | 3,224 | 3,224 |
| $R^2$ | | 0,552 | 0,552 |

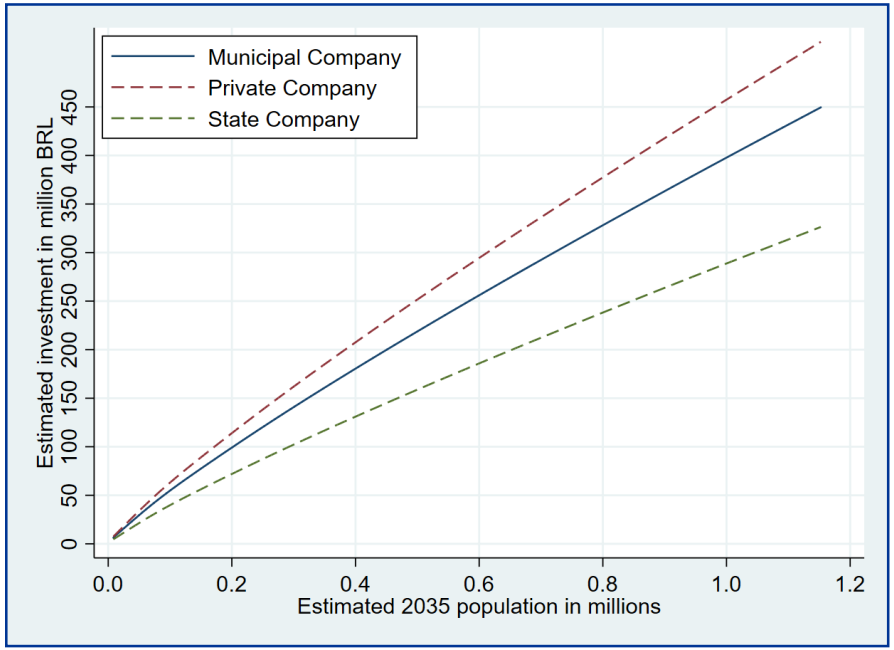
*p < 0,05; **p < 0,01; ***p < 0,001

# Implicações em Termos de Políticas Públicas

A análise aponta uma **associação negativa quando se compara o investimento necessário em tratamento de esgosto do município que é abastecido por companhia estadual à empresa municipal** ($\hat{\beta} = -0{,}139$; $p < 0{,}05$).

Sabbiani (2008) e Motta & Moreira (2004) apontam indicativos de que **companhias estaduais apresentam economias de escala por atenderem um *pool* de municípios**, além da possibilidade de subsidiação cruzada entre municípios com mais e menos recursos.

No entanto, empresas privadas recebem menos subsídios governamentais. **No atual contexto de diminuição de gastos públicos, empresas privadas podem se apresentar como a melhor possibilidade para investimento em saneamento**.



University of New Hampshire

XX CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
XXI ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS
06 a 08 de Novembro de 2018 | Campinas - SP

Fenágua 2018
FEIRA NACIONAL DA ÁGUA

# OBRIGADA


**Julia Hayes Vieira**
**Carsey School of Public Policy**
**University of New Hampshire**

**jhv1001@wildcats.unh.edu**