

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CURSO SUPERIOR DE TECNÓLOGO EM SANEAMENTO AMBIENTAL

**JANAINY LUCHI FROCHLICH**

**ESTIMATIVA DA PEGADA HÍDRICA DOS ESTUDANTES DO ENSINO SUPERIOR  
DO INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO *CAMPUS* COLATINA**

Colatina

2021

**JANAINY LUCHI FROCHLICH**

**ESTIMATIVA DA PEGADA HÍDRICA DOS ESTUDANTES DO ENSINO SUPERIOR  
DO INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO *CAMPUS* COLATINA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenadoria do Curso Superior de Saneamento  
Ambiental do Instituto Federal do Espírito Santo,  
como requisito parcial para obtenção de título de  
Tecnólogo em Saneamento Ambiental.

Orientadora: Prof. Dra. Márcia Cristina de Oliveira

Colatina

2021

(Biblioteca do Campus Colatina)

F924e Frochlich, Janiany Luchi.

Estimativa da pegada hídrica dos estudantes do ensino superior do Instituto Federal do Espírito Santo campus Colatina / Janiany Luchi Frochlich. - 2021.  
49 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Márcia Cristina de Oliveira

TCC (Graduação) Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Colatina, Saneamento Ambiental, 2021.

1. Água - Consumo - Colatina (ES). 2. Água - Reuso - Colatina (ES). 3. Instituto Federal do Espírito Santo, campus Colatina. I. Oliveira, Márcia Cristina de. II. Título III. Instituto Federal do Espírito Santo.

CDD: 628.1098152

Bibliotecário/a: Richards Sartori Corrêa CRB6-ES nº 767

JANAINY LUCHI FROCHLICH

**ESTIMATIVA DA PEGADA HÍDRICA DOS ESTUDANTES DO ENSINO  
SUPERIOR DO INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CAMPUS COLATINA**

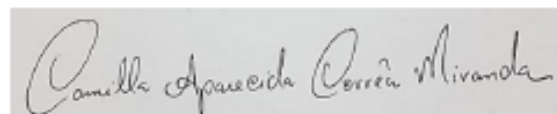
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenadoria de Saneamento Ambiental do Instituto  
Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para  
obtenção de título de Tecnólogo em Saneamento  
Ambiental.

Aprovado em 11 de agosto de 2021

**COMISSÃO EXAMINADORA**

Profa. Dra. Márcia Cristina de Oliveira  
Orientadora  
IFES Campus Colatina

Prof. Dr. Leonardo Ribeiro da Costa  
Examinador interno  
IFES *Campus* Colatina



Tecnóloga em Saneamento Ambiental  
Especialista Camilla Aparecida Corrêa Miranda  
Examinadora externa



*Emitido em 09/12/2021*

**FOLHA DE APROVAÇÃO-TCC Nº 4/2021 - COL-CCG TSA (11.02.21.01.08.02.04)**

**(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)**

*(Assinado digitalmente em 13/12/2021 15:27)*

**LEONARDO RIBEIRO DA COSTA**

*PROFESSOR DO ENSINO BASICO TECNICO E TECNOLOGICO*

*COL-CCG TSA (11.02.21.01.08.02.04)*

*Matricula: 1544573*

*(Assinado digitalmente em 09/12/2021 16:08)*

**MARCIA CRISTINA DE OLIVEIRA MOURA**

*PROFESSOR DO ENSINO BASICO TECNICO E TECNOLOGICO*

*COL-CCG TSA (11.02.21.01.08.02.04)*

*Matricula: 1814878*

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.ifes.edu.br/documentos/> informando seu número: 4, ano: 2021, tipo: FOLHA DE APROVAÇÃO-TCC, data de emissão: 09/12/2021 e o código de verificação: 774816343e

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a todos os professores do curso, a orientadora, aos familiares e amigos e a todos que de certa forma contribuíram para realização deste projeto.

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço, primeiramente à Deus, que me deu energia para concluir este trabalho. Agradeço aos meus pais, que mesmo de longe me apoiaram sempre e a minha orientadora por ter me dado apoio para chegar até aqui.

## RESUMO

A pesquisa teve como objetivo principal estimar a pegada hídrica da alimentação e do uso doméstico de 133 estudantes do ensino superior da instituição federal do Espírito Santo de Colatina, para tanto se valeu da utilização de uma planilha montada no Google Forms e da calculadora Water Footprint Network. Foi possível estimar a pegada hídrica em diferentes períodos, tais como, dias, semanas e anos e também em diferentes unidades, tais como, metro cúbico por ano e litros por dia, mês e semana. O consumo hídrico foi bem elevado de 1723 m<sup>3</sup>/ano, sendo que o consumo no segmento alimentação foi de 1405 m<sup>3</sup>/ano, uso doméstico de 315 m<sup>3</sup>/ano e industrial de 2 m<sup>3</sup>/ano. Os resultados apresentam potencial para auxiliar ações de melhoria da aplicação dos resultados e informações no cotidiano da escola e também na vida dos estudantes, pois passam a enxergar de forma mais ampla e didática seu consumo hídrico em diferentes componentes de sua vida.

**Palavras-chave:** Pegada hídrica; Consumo de água; Estudantes.



## **ABSTRACT**

The main objective of the research was to estimate the water footprint of food and household use of 133 higher education students at the federal institution of Espírito Santo de Colatina, using a spreadsheet mounted on Google Forms and Water Footprint Network calculator. It was possible to estimate the water footprint in different periods, such as days, weeks and years, and also in different units, such as cubic meter per year and liters per day, month and week. Water consumption was very high at 1723 m<sup>3</sup>/year, with consumption in the food segment being 1405 m<sup>3</sup>/year, domestic use of 315 m<sup>3</sup>/year and industrial use of 2 m<sup>3</sup>/year. The results have the potential to help actions to improve the application of results and information in the daily life of the school and also in the lives of students, as they begin to see their water consumption in different components of their lives in a broader and more didactic way.

**Keywords:** Water footprint; Water consumption; students.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	5
2.1 OBJETIVO GERAL .....	5
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	5
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	6
3.1 UMA VISÃO GERAL DA PEGADA HÍDRICA .....	6
3.1.1 Pegada hídrica direta e indireta .....	7
3.1.2 Tipos de pegada hídrica .....	11
3.1.5 Pegada hídrica de produtos de origem animal .....	14
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	15
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	18
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	27
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	28
<b>APÊNDICES</b>	
APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO APLICADO NO IFES DE COLATINA PARA ESTI-MATIVA DE PH SEMANAL DOS ESTUDANTES DE QUATRO GRADUA-ÇÕES .....	29
APÊNDICE B - PLANILHA COM OS RESULTADOS DA PH POR CATEGORIA (ALIMENTO, DOMÉSTICA E INDUSTRIAL) E DEMAIS CONSU-MOS .....	31

## 1 INTRODUÇÃO

As grandes nações ignoraram historicamente os itinerários políticos, econômicos, sociais e ambientais de sustentabilidade no mundo, e menosprezam a décadas os perigos advindos da degradação ambiental nos ecossistemas, por causa da adoção ininterrupta de um sistema produtivo baseado na extração predatória dos recursos naturais, que já se encontra escassos e em colapso no planeta (MARCOVITCH, 2006).

Para Marcovitch (2006), desde a revolução industrial, até os anos de 1970, os gestores públicos a frente dos países mais ricos do mundo, permaneceram indiferentes com relação à questão ambiental do planeta, ignorando as advertências da comunidade científica, organização não governamentais de proteção da fauna e da flora, e ainda da própria natureza, que sem dúvida cobrará o preço no presente e mais fortemente no futuro.

O desenvolvimento sustentável, a competitividade global e a rápida transformação tecnológica desafiam cada vez mais as empresas a inovar com foco na sustentabilidade. De acordo com estimativas das Nações Unidas, até 2050, a população global deverá aumentar de 6,9 bilhões para 9 bilhões, e 98% desse crescimento ocorrerá nos países emergentes e em desenvolvimento. À medida que este crescimento avança surgem muitos riscos e desafios para governos e empresas com relação à nova demanda de consumo, que tem de considerar os recursos naturais, o alimento, o saneamento, a moradia, a educação e a saúde (CUZZIOL PINSKY, 2013, p.9).

Nos últimos anos, a população cresceu de uma forma muito rápida, e hoje vivencia um período de grande crise em relação a escassez da água, pois quase tudo o que é feito em nossa sociedade necessita da água em quantidade e em qualidade satisfatória. Neste sentido, a preocupação quanto ao uso sustentável da água, tem aumentado cada vez mais, pois os efeitos do desabastecimento, a contaminação de grandes massas de água por diversos agentes, e ainda o crescimento populacional acelerado, resultará em breve em vários tipos de problemas que ampliam ainda mais a escassez da água.

É fundamental ter o conhecimento das reais necessidades de consumo de água gasta nos vários tipos de produção, como alimentos, bebidas, energia e das fibras naturais. Todas essas informações não são só relevantes para quem consomem esses tipos de produtos, mas também para quem os comercializam, como comerciantes e outras empresas que desempenham papel central no abastecimento desses bens aos consumidores (ALDAYA et al., 2010). Pode certificar-se que o gasto de água não resulta apenas do consumo doméstico das pessoas, mas sim desde a produção dos alimentos diários consumidos por elas, ao realizar uma análise da pegada hídrica nos proporciona ter uma visão ampla de como o homem utiliza a água.

Para tentar solucionar o desperdício de água, foi criado um indicador que representasse o impacto do consumo humano sobre os recursos mundiais de água doce, introduzindo assim o conceito de pegada hídrica (HOEKSTRA; HUNG, 2002). O fundamento tem a mesma concepção de pegada ecológica que se originou na década de 90 (HOEKSTRA, 2007). Com o volume total de água que é usado para produzir os bens e serviços utilizados pelo indivíduo, comunidades ou empresas, consegui realizar a pegada hídrica, assim ela pode ser calculada para qualquer grupo de usuários, como por exemplo, uma família, empresa ou nação (HOEKSTRA; CHAPAGAIN, 2008).

Uma das primeiras etapas para efetuar essa análise é identificar o volume de recursos envolvidos para, posteriormente, fazer a sua gestão em busca de melhor uso e conservação. Especificamente em relação à água, uma das formas de identificação consiste na avaliação da pegada hídrica. A pegada hídrica é definida como um instrumento abrangente capaz de estimar a apropriação de recursos hídricos na produção e no consumo, podendo ser empregada em diferentes contextos e projetos (BARDEN et al., 2017, p.8).

Existem várias metodologias que podem auxiliar de forma significativa a gestão racional dos recursos hídricos bem como a mensuração do impacto ambiental. Segundo Pascale Palhares (2011), o cálculo da pegada hídrica tem-se mostrado com grande eficiência e abrangência, quando é aplicado em estudos envolvendo relações de produção e de recurso natural que envolva a água, podendo ser inserido em pro-

blemáticas relacionadas a uma nação, estado, comunidade, setor produtivo, ou ainda uma unidade produtiva de forma isolada

Existem três setores que são os principais consumidores de água, que é o agrícola, o industrial e o doméstico. Dentre eles o que mais consome é o agrícola (HOEKSTRA; MEKONNEN, 2012). As pegadas hídricas se dividem em três categorias e dependem das suas diferentes origens: água verde (uso da água da chuva), azul (uso das águas de superfície e subterrânea) e cinza (água poluída) (HOEKSTRA et al., 2011).

Como vimos, a metodologia baseada na pegada hídrica, é cada vez mais importante nos diferentes segmentos de nossa sociedade, pois essa metodologia possui a capacidade de estimar o volume, a tipificação da água, o momento da utilização e o local onde o recurso está sendo requisitado, este mecanismo então, se encaixa perfeitamente em programas de manejo racional de uso da água, tendo em vista um desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos nas empresas, indústrias e nas instituições de ensino.

Esta pesquisa almeja auxiliar nas ações de promoção da Educação Ambiental no IFES de Colatina por meio da produção de dados, análise, discussão e produção científica de informações a do hábito de consumo hídrico dos estudantes do IFES. O estudo pretende utilizar um questionário (Anexo I) com vista na produção de informações a respeito do hábito hídrico dos estudantes participantes da pesquisa, o que permitirá a tomada de ações ligadas a saúde coletiva dos estudantes, infraestrutura do campus acerca da qualidade da água e disponibilidades de bebedouros, fonte de pesquisa em banco de dados acadêmicos, entre outras ações.

Por fim, vale destacar a diretriz principal deste estudo, que se traduz então na de estimativa da pegada hídrica na alimentação e do uso doméstico dos alunos de ensino superior da Instituição Federal do Espírito Santo de Colatina. Para tanto foi utilizado o Software Water Foot Print (HOEKSTRA; CHAPAGAIN; MEKONNEN, 2011), para obtenção dos gastos hídricos e das informações. Vale inteirar que os

nomes dos participantes desta pesquisa, serão mantidos em absoluto sigilo e utilizada apenas como ferramenta acadêmica para obtenção da aprovação na Disciplina de Metodologia de Pesquisa II.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

O objetivo geral deste trabalho é estimar a pegada hídrica da alimentação e do uso doméstico dos alunos do ensino superior da instituição federal do espírito santo *campus* Colatina.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ❖ Abordar os conceitos de pegada hídrica e a sua importância como indicador de sustentabilidade;
- ❖ Realizar um levantamento sobre o consumo alimentar e o uso doméstico de água dos estudantes de cursos superiores da instituição;
- ❖ Estimar a pegada hídrica dos estudantes;
- ❖ Avaliar a pegada hídrica em relação à outras instituições e à média nacional.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 UMA VISÃO GERAL DA PEGADA HÍDRICA

Com o crescimento do uso indevido de água doce, várias mudanças estão sendo feitas para tentar solucionar o problema. O estudo da pegada hídrica teve um aumento significativo sobre isso, assim buscando gerar uma forma de compreensão na população e procurando resolver os problemas da escassez e poluição da água doce. Com a necessidade de retratar o impacto do consumo de água doce, criou-se um indicador para isso chamado pegada hídrica (HOEKSTRA; HUNG, 2002).

Ela pode ser calculada para vários tipos de consumidores, como por exemplo uma família, empresa ou nação. A pegada hídrica de uma pessoa, comunidade ou empresa é determinada através da quantidade total de água que é aplicada para produzir os bens e serviços utilizados pelos mesmos (HOEKSTRA; CHAPAGAIN, 2008).

Dependendo da definição aplicada, podemos ter dimensões que são calculadas da seguinte maneira (SCHUBERT, 2011):  $m^3$  de água / (pessoa x ano);  $m^3$  de água / (empresa x ano);  $m^3$  de água / (região x ano) ou  $m^3$  de água / (nação x ano).

Seu conceito é parecido com o conceito da pegada ecológica criado desde os anos 90, que indica a área em hectares necessária para amparar uma população. Ela também pode ser relacionada com outras abordagens analíticas como a pegada de carbono, a análise do ciclo da vida ou do fluxo de materiais (HOEKSTRA, 2009).

Tradicionalmente o uso da água está separado em três colunas: setor agrícola, doméstico e industrial. A soma das retiradas de água de um país das diferentes formas de economia, normalmente equivale a demanda de água gasta no país, embora isso seja uma informação útil, ela não afirma necessariamente o volume de água utilizada pelas pessoas em relação ao seu consumo (HOEKSTRA; CHAPAGAIN, 2008).



É necessário fazer uma análise das características locais onde será calculada a pegada hídrica, pois a disponibilidade de água é um fator importante. Em uma região semiárida por exemplo, por mais que a pegada hídrica for mínima, será um impacto ambiental alto. A renda familiar é um outro fator para o aumento da pegada hídrica e os hábitos alimentares já contribuem para diminuir por motivos da tendência ao vegetarianismo (MARACAJÁ; SILVA; DANTAS NETO, 2013).

Para obter uma gestão mais apropriada sobre os recursos hídricos, basta identificar o local, o volume e o momento em que água é consumida e fazer uma avaliação para evitar que seja explorada em regiões onde ela é mais escassa e encaminhar esse consumo para regiões onde seu volume é mais numeroso (GIACOMIN; OHNUMA JR., 2012).

A metodologia da pegada hídrica tem uma vasta gama de aplicações que podem ser empregadas em escalas que vão desde um único produto, um processo, um setor, indivíduo e cidades, até nações e todo o mundo. Esta técnica fornece uma resposta específica da pressão humana sobre o meio ambiente e ajuda de forma mais abrangente a monitorar o pilar ambiental da sustentabilidade (VICENTE et al. 2013, p.4).

O impacto das atividades antrópicas sobre o meio ambiente pode ser monitorado e é avaliado por meio da pegada hídrica, acerca do sustentável da água. Vale destacar que os impactos ambientais de produção e consumo humano precisam ser avaliados de forma conjunta com a utilização e interpretação de indicadores de sustentabilidade.

### **3.1.1 Pegada hídrica direta/indireta e interna/externa**

A quantidade volumétrica de água potável empregada na produção de um produto é acrescido ao longo das várias fases que compõe uma cadeia produtiva, este indicativo é a base para compreensão do conceito de pegada hídrica. Neste sentido, a pegada hídrica pode ser considerada um importante termômetro da apropriação inde-

vida da água doce, dentro dos sistemas produtivos institucionais e dos corporativos atuais (VICENTE et al. 2013).

Nesse contexto, cabe destacar que a pegada hídrica do ponto de vista ambiental considera que os impactos diretos se referem ao consumo da água em atividades cotidianas domésticas e que o impacto indireto refere-se ao consumo de água que está incorporado nos bens e serviços finais. Em virtude disso, pelo volume consumido de bens e serviços durante um ano, percebe-se que a pegada hídrica indireta é superior à pegada hídrica direta; apesar disso e por ser “invisível”, ela é geralmente negligenciada (MONTROYA, 2020, p.216).

Segundo Hoekstra et al. (2011) a pegada hídrica de uma pessoa é calculada pela soma da pegada hídrica direta e a pegada hídrica indireta do indivíduo. A pegada hídrica direta diz respeito ao uso direto de água e a poluição referente ao uso da água para consumo básico em casa. Já a pegada hídrica indireta refere-se ao consumo indireto de água e da poluição dela que pode estar associada com a produção dos bens e serviços usados pelo consumidor, como por exemplo a água que foi utilizada e a poluição provocada para produzir os produtos alimentares, a roupa, a energia elétrica, o papel.

A pegada hídrica em sua concepção direta e indireta pode ser empregada no cálculo do consumo de água potável de um dado setor, empresa estado nação ou planeta como já foi dito anteriormente neste documento. No entanto vale diferenciar pegada hídrica direta indireta, sendo a pegada hídrica direta aquela em que se refere ao consumo e a poluição da água doce utilizada por exemplo em casa ou no Jardim enquanto que a pegada hídrica indireta, corresponde ao consumo e a poluição da água na produção de bens e serviços utilizados pelo consumidor, tais como, alimentação, vestuário, energia papel e consumo de outros bens industrializados. O cálculo da pegada hídrica indireta diz respeito então a multiplicação de todos os produtos consumidos por suas respectivas pegadas hídricas (VICENTE et al. 2013).

Para Montoya (2020), não existe ainda uma preocupação significativa por parte dos gestores nacionais e internacionais, que estão à frente das multinacionais, das corporações transcontinentais e também daquele consumo realizado pelo cidadão em seu estabelecimento doméstico e ainda aqueles efetuando consumo de bens e ser-

viços, em supermercados e shopping entre outros, acerca da questão do consumo da água. Neste sentido, surge a questão: Qual a quantidade de água que é consumida na produção de bens e serviços no país? Não é muito trivial responder a essa pergunta, haja visto, que o consumo de água ocorre de forma direta e indireta, como vimos no parágrafo anterior, e basta identificar cada um dos gastos, efetuar sua adição, e na sequência obter a estimativa do consumo global de consumo.

O problema do consumo indireto de água é que ela passa despercebida pelas pessoas por ser “invisível”; assim, ignoram-se as enormes quantidades de água embutidas nos processos de produção de bens e serviços finais consumidos no país. Para avaliar a quantidade de água consumida no sistema econômico é necessária, portanto, uma categoria de análise que integre o consumo direto e indireto de água, tal como o faz a Pegada Hídrica Nacional ao mensurar a água virtual, em outras palavras, o consumo de água incorporada ao longo dos processos de produção dos bens e serviços finais (MONTROYA, 2020, p. 216).

Para determinar a pegada hídrica de um indivíduo se faz necessário o uso de uma ferramenta de cálculo como, por exemplo, uma calculadora eletrônica encontrada no site da organização Water Footprint Network. Esta calculadora constitui de um breve conjunto de perguntas que fará o indivíduo analisar sobre quantidade de água consumida, seu uso doméstico e como a água se conecta a praticamente todos os aspectos de sua vida. A calculadora ajuda a explorar a forma como a água é usada, incluindo o consumo direto e indireto (GIACOMIN; OHNUMA., 2017).

Os cálculos baseiam-se nas necessidades de água por unidade de produto referente ao seu país de residência. Através dela foi elaborado um questionário com perguntas referentes ao consumo de água de um indivíduo. A calculadora busca informações de consumo direto e indireto de água nas atividades cotidianas das pessoas e, por sua vez, o consumo indireto é baseado na quantidade de água virtual (fluxo das águas azul, verde e cinza) utilizada na produção de bens e serviços. Ela é dividida por tipo de consumo como: alimentos, consumo doméstico e industrial (GIACOMIN; OHNUMA Jr., 2017).

De acordo com Montoya (2020), para o estabelecimento de uma política de gestão de uso da água justa, perene e sustentável deve-se levar em conta não só a água

virtual direta mas também água virtual ao indireta, haja visto que setores como agricultura, agropecuária, silvicultura, construção civil indústria de cosméticos e outros produtos de maneira geral empregam uma grande quantidade de água nas diferentes fases do seu processo produtivo, e esta água oculta precisa ser contabilizada no montante empregado para produção do bem ou serviço.

A pegada hídrica pode ser classificada ainda com relação à região de produção e consumo dentro do país de origem, e externa quando existe o consumo de um consumo hídrico embutido em um produto ou bem o serviço fora do país de origem. Brasil por exemplo funciona como um armazém de grãos, cereais, fibras, proteínas, que é consumido em países como os da Europa, China e Estados Unidos, deixando muitas das vezes um rastro de poluição e contaminação das Águas, degradação nas estradas pelo tráfico continue pesado de caminhões, poluição do ar pela emissão de gases do efeito estufa, desapropriação de terra degradação do solo pelo extrativismo e racional em extensivo do solo (MONTROYA, 2020).

O conhecimento da pegada hídrica de uma nação é bastante considerável para a evolução de políticas nacionais mais apropriadas. A pegada hídrica de uma nação consiste de partes interna e externa, a interna diz respeito ao consumo dos recursos hídricos dentro do país, enquanto a externa à apropriação dos recursos hídricos de outros países (HOEKSTRA; MEKONNEN, 2012).

Como vimos anteriormente, a pegada hídrica de cada indivíduo ou de uma comunidade, pode ser mensurada por intermédio da multiplicação de todos os bens e serviços consumidos, mediante seus respectivos conteúdos virtuais de água. Neste contexto, a pegada hídrica nada mais é do que uma parte interna e uma outra parte que é externa, sendo a primeira referente a apropriação para consumo próprio dos recursos hídricos, enquanto que a segunda, faz referência à uma apropriação dos recursos hídricos de outros países (MARACAJÁ, 2013).

A pegada hídrica de uma região é influenciada pelo modelo de desenvolvimento econômico, sendo que muitas vezes é praticado fundamentalmente baseado na geração de riquezas, o que negligencia os sistemas naturais que dão suporte à vida. A pegada hídrica consegue mostrar algumas infor-

mações sobre a dependência dos países sobre os recursos hídricos de outros países em todo o mundo levando em consideração a pegada hídrica interna (importação) e externa (exportação) de um país (MARACAJÁ et al. 2013a, p.4).

Por fim, Seixas (2011), em relação às instituições empresariais, a grande maioria tem a sua pegada hídrica na cadeia de abastecimento e não na etapa de operacionalização, sendo que medidas aplicadas na cadeia de abastecimento são por isso mais custosas e menos eficazes.

### **3.1.2 Tipos de pegada hídrica**

O setor que mais consome água é o da produção agrícola ressaltando também um número significativo de volume de água gasta e poluída nos setores industriais e domésticos (SILVA et al., 2013). De acordo com Hoekstra e Mekonnen (2012), é necessário detalhar o perfil de cada região quanto ao uso de água, por este motivo, a pegada hídrica é formada por três componentes: verde, azul e cinza:

- ❖ Pegada hídrica verde – refere-se ao consumo de água das chuvas, sendo a maior parte consumida na produção agrícola;
- ❖ Pegada hídrica azul - água da superfície e da do solo, por exemplo, obtida de poços, processos industriais que produzem vapor ou na incorporada nos produtos;
- ❖ Pegada hídrica cinza – definida como o volume de água doce que é necessária para assimilar a carga de poluentes existentes com base em padrões de qualidade de água no ambiente.

Iremos detalhar melhor cada uma das classificações das pegadas de água em verde, azul e cinza, na sequência. A verde começa com a radiação solar e o vento, que condicionam o processo de transferência de uma grande massa de água no estado de vapor, das superfícies vivas existentes no planeta, tais como, animais e vegetais, sendo conhecida como transpiração.

A transpiração é acrescida de uma outra grande massa de água na forma de vapor, conhecida como evaporação, que é transferida para atmosfera de superfícies não vivas, tais como, rios, riachos e do solo sem cobertura vegetal, que se somam há um processo chamado de evapotranspiração. A evapotranspiração que é a soma da água evaporada e a água transpirada de superfícies vivas, condensa em grandes altitudes e precipitam ao solo, por meio de chuvas, neblinas, geadas e granizos, sendo então classificada como sendo uma pegada hídrica de cor verde.

A pegada hídrica verde é o volume de águas pluviais armazenada no solo e que se evapora dos campos de cultivo. A pegada hídrica azul é o volume de água doce extraído das massas de água, como rios e lagos, que é utilizada, mas não recuperado. Esta pegada é representada principalmente pela evaporação da água de escoamento dos campos de cultivo. A pegada hídrica cinza é o volume da água contaminada como resultado dos processos de produção. Calcula-se através do volume de água requerido para diluir os contaminantes de forma a atingir níveis aceitáveis de qualidade da água (ALBUQUERQUE, 2013, p.7).

A componente verde da pegada hídrica é uma quantidade mensurável de água de precipitação pluvial utilizada durante o processo de produção. Isto é particularmente relevante para os produtos advindos da agricultura e silvicultura, diz respeito ao total de precipitação evapotranspirada pelas culturas e campos de cultivo, além da água da chuva incorporada nos produtos. Expressa em volume de água por unidade de tempo, obtém-se pelo somatório da água verde evaporada mais a água verde incorporada (ALBUQUERQUE, 2013).

A pegada hídrica verde é um indicador do uso humano deste tipo de água e está diretamente dependente da precipitação, evaporação potencial e dos requisitos da cultura. Esta água refere-se à precipitação que chega à superfície terrestre e é armazenada no solo ou que permanece temporariamente à superfície ou na vegetação, ou seja, que não sofre escoamento superficial ou infiltração. Eventualmente, esta fração da precipitação evapora ou é utilizada pelas plantas, tornando-se produtiva (SEIXAS, 2011, p.8).

A pegada hídrica azul, é proveniente do processo de armazenamento superficial ou subterrâneo da massa de água advinda dos processos de precipitação, que como vimos pode ser por diferentes formas, geada, chuva, neblina, neve e granizo. Esta

massa de água se acumula formando Rios riachos, represas, córregos, lençol freático, entre outros corpos hídricos.

Para Albuquerque (2013), a pegada hídrica azul é uma referência da utilização do recurso hídrico existente na superfície terrestre e/ou nas camadas subterrâneas de nosso planeta, que está diretamente em função das variáveis hidrológicas que equilibram o ciclo hidrológico, no que diz respeito a precipitação, escoamento superficial, infiltração, evaporação, entre outras. Neste contexto, a evaporação é geralmente a componente mais importante, sendo que em alguns casos são considerados o único consumo. A pegada hídrica azul mensura a quantidade de água disponível consumida num determinado período, ou seja, água que não retornou imediatamente à mesma bacia hidrográfica.

Desta forma, esta componente fornece informação relativa à quantidade de água azul disponível consumida por seres humanos ou na produção de um bem. A restante parte não consumida pelos seres humanos destina-se à manutenção dos ecossistemas que dependem dos fluxos de água subterrânea e superficial. A pegada hídrica azul é calculada tendo em conta a soma de três fatores, que são a água azul evaporada, mais a água azul incorporada e a perda no fluxo de retorno (ALBUQUERQUE, 2013, p.6).

A pegada hídrica cinzenta é um sinalizador que aposta o grau de poluição existente na água doce. É definida como o volume de água doce que é necessário para assimilar a carga de poluentes com base nos atuais padrões de qualidade ambiental da água. Ainda poucos estudos aprofundaram este conceito, pois é bastante dependente de numerosos parâmetros químicos dessas águas e a sua monitorização é bastante deficitária (SEIXAS, 2011).

Para Albuquerque (2013), a pegada hídrica cinza é um indicador do grau de poluição antrópica da água doce. É conceituada como sendo o volume de água doce, que é necessário para assimilar a carga de poluentes com base nos atuais padrões de qualidade ambiental da água.

### 3.1.5 Pegada hídrica de produtos de origem animal

A pegada hídrica de um animal é determinada por várias situações que ocorrem ao animal até chegar ao consumidor final. É calculada na alimentação que eles comem durante toda sua vida e a quantidade de água que consomem, tanto para se saciarem, como para outras atividades, sendo assim dividida em subprodutos derivados. Na Tabela 1 apresenta a pegada hídrica de alguns produtos de origem animal e agrícola.

Tabela 1 - Pegadas hídricas médias de alguns produtos de origens animal e vegetal

<b>Produtos de origem animal</b>	<b>Volume de água ( L kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Cultura</b>	<b>Volume de água ( L kg<sup>-1</sup>)</b>
Couro Bovino	16.600	Arroz	3.400
Carne de boi	15.500	Amendoim	3.100
Carne de carneiro	6.100	Trigo	1.300
Queijo	5.000	Milho	900
Porco	4.800	Maçã ou Pêra	700
Leite em pó	4.600	Laranja	460
Carne de cabra	4.000	Batata	250
Galinha	3.900	Repolho	200
Ovos	3.300	Tomate	180
Leite	1.000	Alface	130

Fonte: HOEKSTRA (2011).



A pegada hídrica do frango, é considerado um sistema industrial de produção que leva em média 10 semanas antes de abater o animal e produzir 1,7 kg de carne branca, a ave consome por volta de 3,3 kg de ração e consome 30 L de água. Consequentemente, para cada quilo de frango são usados cerca de 2 kg de grãos e 20 L de água potável durante toda a produção (MEKONNEN; HOEHSTRA, 2010). A pegada hídrica do frango atingida em sistemas industriais é menor que a atingida em sistemas de fazendas, pois de um sistema industrial é utilizada a água azul que é proveniente de irrigação e a de um sistema de fazendas, utiliza a água verde, havendo a possibilidade de sofrer com a escassez da chuva (HOEHSTRA, 2011).

No caso da carne vermelha no sistema industrial de produção gasta três anos para se abater um animal e fabricar 200 kg de carne sem osso. O animal neste tempo consome 1.300 kg de ração, 7.200 kg de forragem, 24 m<sup>3</sup> de água para dessedentação e 7 m<sup>3</sup> de água para limpeza geral, entretanto, para cada quilo de carne sem osso, são gastos 6,5 kg de ração, 36 kg de forragem e 155 L de água de beber (HOEKSTRA, 2011).

Já pegada hídrica da carne do porco em média global, são gastos 4.800 L de água, em um sistema industrial da suinocultura, leva em média 10 meses antes de um porco ser abatido, são produzidos 5 kg de miudezas comestíveis, 2,5 kg de pele e 90 kg de carcaça suína. Um porco consome cerca de 385 kg de grãos (milho, cevada, farelo de soja, farelo de trigo e outros grãos pequenos) e utiliza 11 m<sup>3</sup> de água para beber e para manutenção da fazenda. E durante o processo de abate e limpeza, gasta mais 10 m<sup>3</sup> de água. São empregados 435 m<sup>3</sup> de água em todo o processo, todo esse volume é distribuído ao longo dos três principais produtos, contando como base seus valores de mercado e o produto obtido por kg do suíno vivo. (HOEKSTRA, 2011).

## 4 METODOLOGIA

Este estudo pode ser considerado como pesquisa descritiva, pois buscou-se caracterizar os hábitos de consumo alimentar e do uso da água de uma amostra de estudantes do Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Colatina, localizado na região nordeste do Estado.

A metodologia empregada consistiu em uma revisão bibliográfica sobre o assunto “pegada hídrica”, bem como os instrumentos disponíveis para seu cálculo. Após a revisão, optou-se pela utilização da calculadora *Water Footprint* (HOEKSTRA; CHAPAGAIN; MEKONNEN, 2011) para mensurar o consumo hídrico dos estudantes. Para o embasamento e aprofundamento teórico a respeito do hábito de consumo hídrico direto e indireto nos estudantes, almejamos tomar como referência metodológica os pressupostos de Silveira e Córdova (2007).

Aplicou-se um questionário pela ferramenta *Google Forms* a 133 estudantes de cursos superiores do referido *campus*, contendo todos os elementos que deveriam ser inseridos na base de dados da referida calculadora. Atualmente, o Campus conta com 535 estudantes matriculados em seus cursos superiores. O questionário encontra-se no Apêndice A deste trabalho. A partir das respostas obtidas no questionário, alimentou-se a calculadora, individualmente, obtendo as estimativas de Pegada Hídrica (em m<sup>3</sup>/ano) para cada estudante da amostra. É importante ressaltar que os coeficientes de multiplicação de cada item, analisado pela ferramenta, possuem valores de cálculo baseados nas necessidades de água por unidade de produto referente a seu país de origem e, no caso deste estudo, o Brasil.

Foram obtidas as estimativas da pegada hídrica proveniente da alimentação, do consumo de água doméstico e industrial. A pegada hídrica total é obtida pela soma destes três componentes, conforme equação abaixo.

$$Pegada\ hídrica\ total = PH_{alimentação} + PH_{doméstico} + PH_{industrial}$$

Calculou-se a pegada hídrica média anual, de acordo com a equação:

$$Pegada\ Hídrica\ média = \sum_{n=1}^{133} PH\ individual$$

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **5.1 Estimativa da pegada hídrica total**

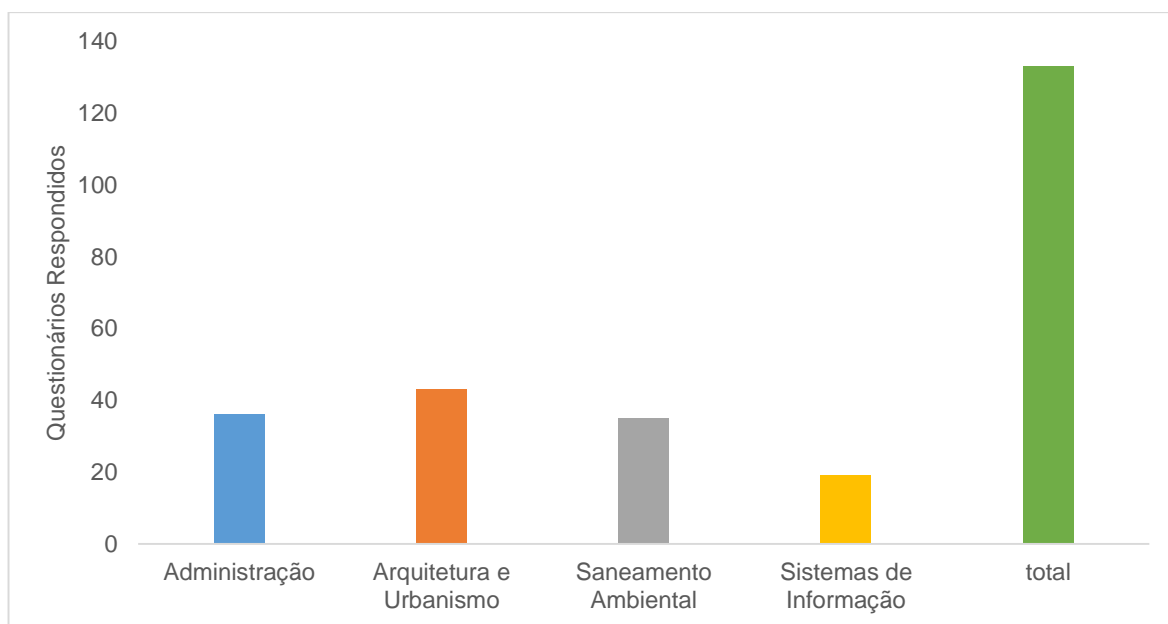
Este trabalho coletou dados de 133 estudantes de curso superior do Ifes – Campus Colatina, dos cursos de Administração, Arquitetura e Urbanismo, Saneamento Ambiental e Sistemas de Informação.

No Gráfico 1 é apresentada uma relação entre as devolutivas do questionário pelos estudantes e de quais cursos eles pertencem. Os estudantes do curso de arquitetura e urbanismo foram os que mais responderam à esta pesquisa, seguidos pelos estudantes dos cursos de administração e saneamento ambiental. Dos quatro cursos, os estudantes de sistema de informação foram os que menos aderiram ao estudo.

Do total de 133 questionários respondidos 32,3 % foram de estudantes de Arquitetura e Urbanismo, 27,07% de estudantes de Administração, 26,32% de estudantes de Saneamento Ambiental e 14,29% dos estudantes de Sistemas de Informação.

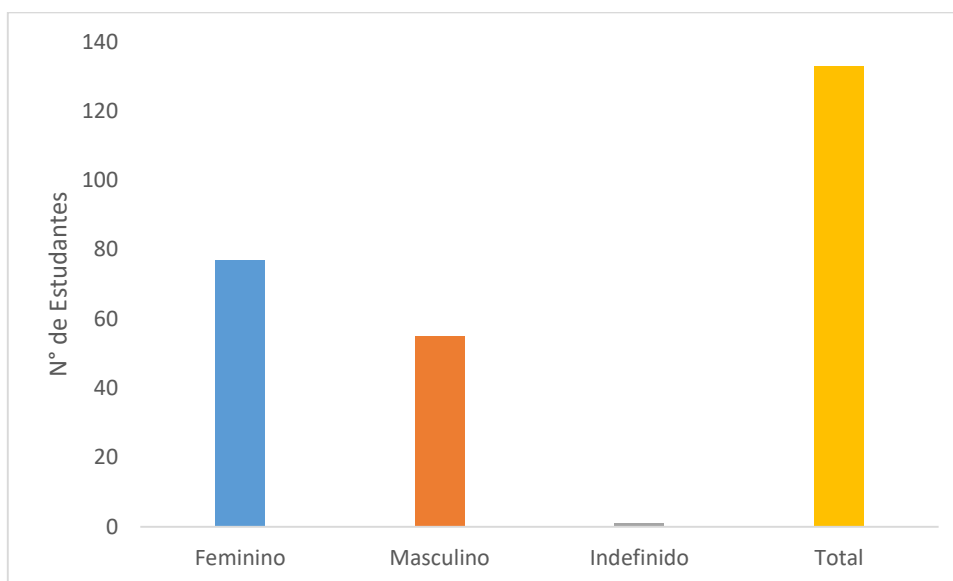
Com relação ao número de respostas com relação ao gênero assinalados pelos sujeitos da pesquisa, foi possível perceber que a participação feminina foi maior do que a participação masculina e ainda, que existem estudantes que apresentam uma identificação com ambos os gêneros, manifestando uma diversidade de gênero.

Gráfico 1 - Participação dos estudantes dos quatro cursos superiores ofertados pelo IFES – Campus Colatina em 2021.



Fonte: A autora (2021).

Gráfico 2 - Relação do Número de Respostas Dentro de Cada Gênero



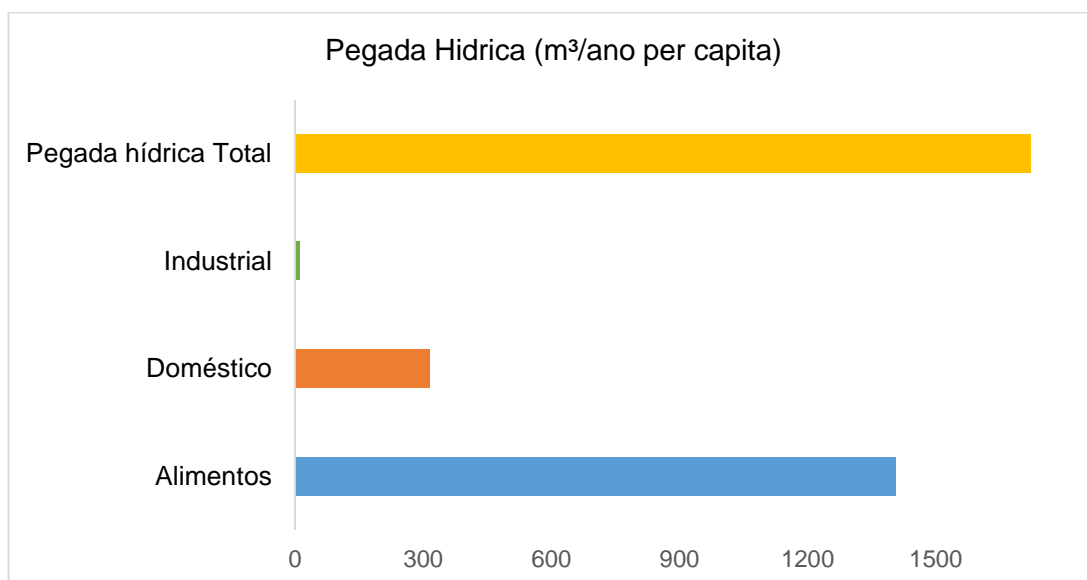
Fonte: A autora (2021).

Observando o gráfico é possível perceber que cerca de 60% dos respondentes pertence ao gênero feminino, enquanto cerca de 40% pertence ao gênero masculino. A média de idade dos respondentes foi de 25 anos, variando dos 17 aos 53 anos. Está

média pode nos indicar que os estudantes das últimas turmas dos cursos foram os que mais retornaram com o questionário respondido.

No Gráfico 3 são apresentados as estimativas médias de Pegada Hídrica obtidas para a amostra avaliada. De acordo com os resultados, observou-se uma pegada hídrica de 1722 m<sup>3</sup>/ ano. Este valor equivale a dizer que, durante um ano, um estudante consome, em média, 1 milhão e 723 mil litros de água. Ou ainda, indica um consumo médio diário de 4.720,5 litros de água. O resultado obtido neste estudo foi similar ao observado por Beux (2014), em uma pesquisa da Pegada Hídrica na Rocinha, no estado do Rio de Janeiro. Esta pesquisa foi realizada em 20 sub-bairros da comunidade e utilizou uma abordagem quantitativa contando com uma amostra de 103 domicílios e indicaram que, em média, a pegada hídrica dos indivíduos foram de 1.715 m<sup>3</sup> por ano per capita.

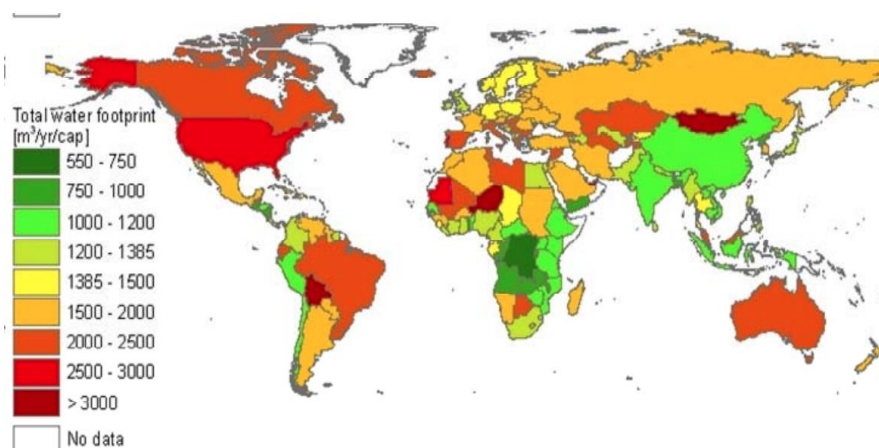
Gráfico 3 – Estimativa da Pegada Hídrica dos estudantes de ensino superior do Ifes – Campus Colatina.



Fonte: A autora (2021).

Mekonnen e Hoekstra (2011) estimaram o valor da pegada hídrica média global em 1.385 m<sup>3</sup>/ano/per capita, ao longo dos anos de 1996 a 2005. Comparando o resultado obtido neste estudo, ou seja, a pegada hídrica de 1.722 m<sup>3</sup>/ano/pessoa, podemos considerar que é uma média acima da média mundial. Observando a Figura 1, podemos visualizar a distribuição dos valores de pegada hídrica total entre os diferentes países.

Figura 1 - Pegada hídrica média nacional per capita (m<sup>3</sup>/ano) no período entre 1996 e 2005.

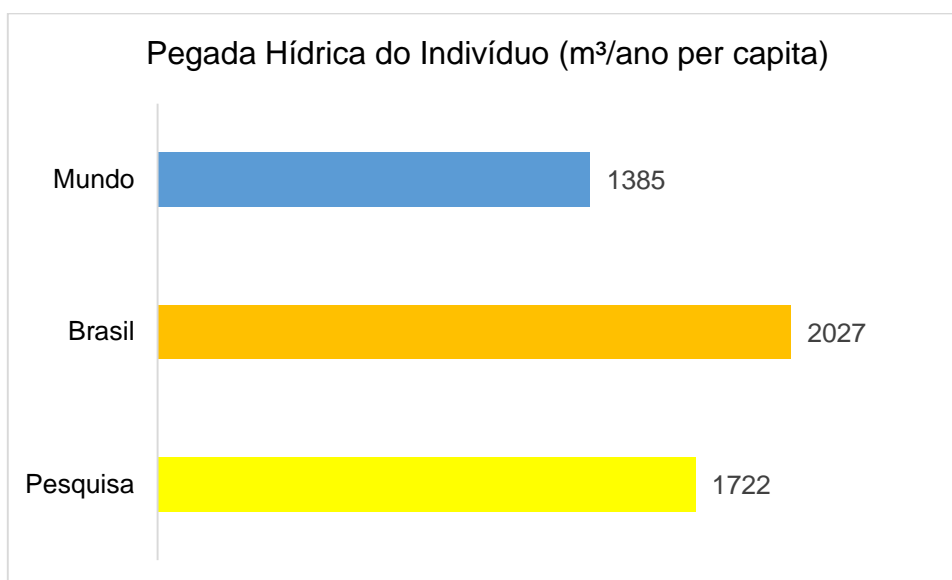


Fonte: Mekonnen e Hoekstra (2011).

A Figura 1 mostra que países em verde tem a pegada hídrica média menor que a média global, enquanto que países em amarelo e vermelho têm pegada hídrica média acima da média global. Esta variação é o resultado da influência de outros indicadores e, de acordo com Giacomini e Ohnuma (2012), podemos destacar quatro principais fatores de determinação da pegada hídrica de um país. O volume de consumo (em relação ao Produto Interno bruto - PIB), o padrão de consumo (por exemplo, alto e baixo consumo de carne), as condições climáticas (condições de crescimento das culturas agrícolas) e práticas agrícolas (uso eficiente da água).

No cenário nacional, comparamos a  $PH_{total}$  obtida neste estudo ( $1.722\text{m}^3/\text{ano}/\text{pessoa}$ ) com o valor estimado por Mekonnen e Hoekstra (2011), que estimam o consumo de cerca de  $2.027\text{ m}^3$  de água/ano por cada brasileiro (Gráfico 4). Da mesma forma que as estimativas de pegada hídrica variam entre diferentes países, podemos considerar que há, também, a variação deste indicador entre diferentes regiões do Brasil, o que pode ser retratado pelo valor obtido para os estudantes do campus, que está abaixo da média nacional.

Gráfico 4 – Comparação entre a pegada hídrica da pesquisa, do Brasil e do mundo



Fonte: Hoekstra et al. (2011) adaptado pela autora.

Giocamin e Ohnuma Jr (2019) estimaram a pegada hídrica de estudantes dos cursos de Engenharia Química, Engenharia Mecânica, Pedagogia e Administração da FAACZ – Faculdades Integradas de Aracruz, município próximo à Colatina, também no Estado do Espírito Santo. Os autores utilizaram a mesma ferramenta - *Water Footprint Network* (HOEKSTRA; CHAPAGAIN; MEKONNEN, 2011) empregada neste estudo. O valor encontrado pelos autores foi de uma pegada hídrica total do indivíduo de  $1.632\text{ m}^3/\text{ano per capita}$ .



Em um estudo realizado por Batista et al. (ano) estimou a pegada hídrica dos estudantes do curso de engenharia civil da Universidade federal de Campina Grande, na Paraíba. A média da pegada hídrica dos estudantes, estimada também pela ferramenta *Water Footprint Network*, ficou abaixo da média nacional e mundial, com 1.330 m<sup>3</sup>/ano per capta.

A partir das análises a seguir, discute-se alguns fatores que podem contribuir para essa variação na estimativa da pegada hídrica total.

## 5.2 Estimativa dos componentes da pegada hídrica

Como já mencionado, a pegada hídrica total leva em conta os componentes de consumo de água para produção de alimento, o consumo doméstico e o industrial. A Tabela 2 apresenta o valor estimado para cada um desses três componentes. Observa-se que a maior parte da composição da pegada hídrica total provém do consumo de água para a produção de alimentos, correspondendo a cerca de 81,5% do total. Em seguida, o consumo doméstico correspondeu a 18,3% e o consumo industrial por apenas 1,2% da pegada hídrica total. Considera-se que ter uma noção mais ampla do consumo de água na alimentação (4.720,5 litros por dia) e no uso doméstico (3.902,8 litros por dia) pelos sujeitos participantes da presente pesquisa, neste sentido é muito importante o desenvolvimento de programas e projetos de sensibilização e conscientização dos estudantes acerca do uso racional da água bem como desenvolver pesquisas que possam melhorar a utilização de tais recursos na região.

Tabela 2 - Consumo de água em diferentes unidades por segmentos de usos

Volume/Segmentos	Alimentos	Doméstico	Industrial
litros/dia	3.973	863	3,3
litros/ano	1.405.000	315.000	2.000
m <sup>3</sup> /ano	1.405	315	2

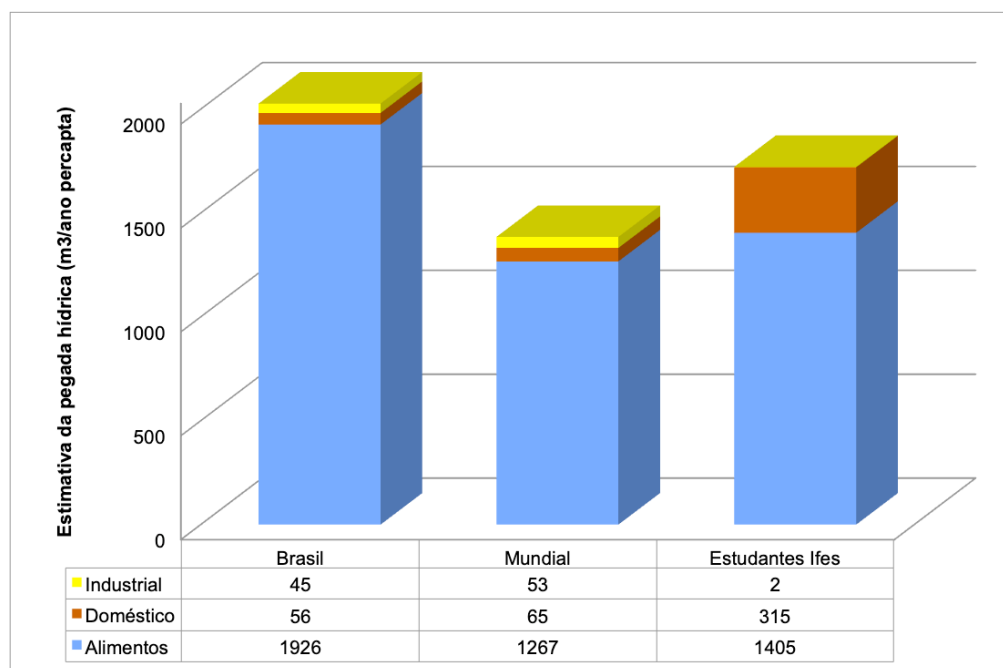
Fonte: A autora (2021).

O consumo industrial apresentou o menor índice de consumo ( $2\text{m}^3/\text{ano}$  per capita), na sequência temos a pegada hídrica doméstica ( $315\text{ m}^3/\text{ano}$  per capita), e alimentação com maior índice de consumo de água ( $1.405\text{ m}^3/\text{ano}$  per capita). É importante realizar uma análise cuidadosa destes valores, uma vez separados.

Os valores do componente industrial da pegada hídrica são bem reduzidos em comparação com o componente alimentar. Isto deve-se ao fato de que o consumo industrial é determinado com base na renda, que para o público estudantil pode ser considerada relativamente baixa, se comparado à média salarial do brasileiro, estimada em R\$1.380,00 pelo IBGE (2020). Um estudo realizado pela Andifes em 63 universidades brasileiras e em 2 centros federais de educação tecnológica, em 2018, mostra que maioria – 70,2% – dos estudantes tem renda mensal familiar per capita de até 1 e meio salários mínimos, sendo a renda média de R\$ 1.328,00. Nesta pesquisa, os valores relativos à renda anual dos entrevistados foi muito divergente, o que pode ter influenciado na estimativa de componente industrial muito baixa. No trabalho conduzido por Batista et al. (ano), o valor da Pegada Hídrica pelo componente industrial foi estimado em  $71\text{ m}^3$  de água/ano per capita, bem superior ao obtido neste estudo.

É possível perceber que os resultados obtidos na presente pesquisa, apresentam um menor valor de pegada hídrica por indivíduo, em relação ao Brasil, no entanto a pegada hídrica da pesquisa, é maior do que a média da pegada hídrica por pessoa observada no mundo (Gráfico 5). Isso faz com que políticas públicas de sensibilização e conscientização da população, com relação a otimização da utilização da água seja implementada nas comunidades e mais importante ainda, é a implementação de tais políticas e programas a nível nacional, haja visto, o baixo número de trabalhos, planos e projetos destinados ao uso racional dos recursos hídricos em nosso país.

Gráfico 5 - Composição da pegada hídrica média dos estudantes do Ifes – Campus Colatina e sua comparação com a pegada hídrica no Brasil e no mundo.



Fonte: a autora.

Em relação ao uso doméstico da água, a estimativa obtida neste estudo está bem acima dos valores estimados de pegada hídrica doméstica, tanto para o Brasil, quanto para o mundo. Este resultado indica que devam ser realizadas ações para aumentar a conscientização no uso racional da água, com o intuito de discutir e levar ao conhecimento dos estudantes estratégias de redução de consumo de água no âmbito doméstico.

Por fim, considerando que o componente mais expressivo da pegada hídrica refere-se à alimentação dos estudantes, ressalta-se a importância do conhecimento dos índices de consumo de água em função do tipo de alimento e de hábitos que priorizem alimentos com menor pegada hídrica. O atual resultado de pesquisa apresentada neste trabalho teve como eixo principal a mensuração, a partir do método elaborado pela *Water Footprint Network*, onde foi possível perceber e dimensionar de forma bem próxima da realidade, o consumo de água em diferentes segmentos de nosso cotidiano, trazendo informações importantes para estudantes, pesquisado-

res e gestores, bem como, para os usuários dos recursos hídricos de forma a possibilitar o desenvolvimento de formas mais eficientes e eficazes de planejar e gerir os recursos hídricos em nossa sociedade a nível local, regional e/ou nacional.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível concluir que a pesquisa desenvolvida com 133 estudantes do IFES de Colatina, apresentou um consumo hídrico bem elevado de 1.723 metros cúbicos de água por ano, sendo que o consumo no segmento alimentação foi de 1405 metros cúbicos por ano, uso doméstico de 315 metros cúbicos por ano e industrial de 2 metros cúbicos por ano.

A calculadora *Water Footprint Network* utilizada no presente estudo mostrou-se eficiente na tabulação de um grande volume de informações e a disponibilização de um resultado fácil de ser utilizado na gestão do uso da água de forma local, regional e nacional, permitindo que gestores, usuários, agente políticos e demais interessados em melhorar a utilização da água possam desenvolver mecanismos, ações e práticas que melhorem e otimizem o consumo da água, tendo em vista cenários futuros de escassez e indisposição do recurso nos ecossistemas de nossa sociedade.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Monik Fernandes de. Medições e modelagem da pegada hídrica da cana-de-açúcar cultivada no Brasil. Campina Grande, 2013. 40 f. **Dissertação** (Mestrado em Meteorologia) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2013.

BARDEN, Júlia Elisabete; WIEBUSCH SINDELAR, Fernanda Cristina; NONNEMACHER BUTTENBENDER, Bruno; DA SILVA, Gustavo Rodrigo. **Pegada hídrica da produção de leite in natura**: uma análise das principais regiões produtoras do Rio Grande do Sul Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria, vol. 10, 2017, pp. 117-128.

BEUX, Fernanda Christine. Pegada hídrica de aglomerados subnormais: o caso do Bairro Rocinha / Rio de Janeiro. **Pegada hídrica de aglomerados subnormais: o caso do Bairro Rocinha / Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, v. 01, n. 01, p. 19-127, mar. 2014. Disponível em: <<https://projetosapuerj.com/publicacoes/dissertacoes>>. Acesso em: 18 abr. 2018.

CARRA, Sofia Helena Zanella. Pegada Hídrica da Atividade Suinícola na Região do Corede Serra. **Pegada Hídrica da Atividade Suinícola na Região do Corede Serra**, Caxias do Sul, v. 01, n. 01, p. 10-84, jul. 2015. Disponível em: <<https://repositorio.ucs.br/xmlui/handle/11338/1054>>. Acesso em: 18 abr. 2018.

CORDEIRO, André Filipe Faria. Avaliação da Pegada Hídrica de uma Empresa. **Avaliação da Pegada Hídrica de uma Empresa**, Porto, v. 01, n. 01, p. 1-66, jul. 2014. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/84110/2/31584.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2018.

COSTA, Leonardo. Contribuições para um modelo de gestão da água para a produção de bens e serviços a partir do conceito da pegada hídrica. **Contribuições para um modelo de gestão da água para a produção de bens e serviços a partir do conceito da pegada hídrica**, São Paulo, v. 01, n. 01, p. 15-180, 201. undefined. Disponível em: <[www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3136/tde.../Dissertacao\\_LEONARDOCOSTA.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3136/tde.../Dissertacao_LEONARDOCOSTA.pdf)>. Acesso em: 10 abr. 2018.

CUZZIOL PINSKY, Vanessa; DIAS, João Luiz; KRUGLIANSKAS, Isak. Gestão estratégica da sustentabilidade e inovação. **Revista de Administração**. Universidade Federal de Santa Maria, vol. 6, núm. 3, set, 2013, p. 465-480.

GIACOMIN, George Scarpat; OHNUMA Jr., Alfredo Akira. Estimativa da pegada hídrica de um grupo de alunos de uma instituição de ensino superior. **Revista Internacional de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 07, n. 01, p. 49 - 63, jan-jun 2017.

HOEKSTRA, A. **The global dimension of water governance**: Why the river basin approach is no longer sufficient and why cooperative action at global level is needed, *Water* 3(1) p.p. 21-46. Twente, Holanda. 2011.

Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., Aldaya, M.M. E Mekonnen, M.M. **The water footprint assessment manual**: setting the global standard, Earthscan, London, UK. 2011.

MARACAJÁ, Kettrin Farias Bem. Nacionalização dos recursos hídricos: um estudo exploratório da pegada hídrica do Brasil. **Tese** (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande - PB: 2013b. 104 f.

MARACAJÁ, Kettrin Farias Bem; SILVA, Vicente De Paulo Rodrigues Da; NETO, José Dantas. PEGADA HÍDRICA DOS CONSUMIDORES VEGETARIANOS E NÃO VEGETARIANOS. **Qualit@s Revista Eletrônica**, Rio Grande do Norte, v. 14, n. 01, p. 01-18, set./201. undefined.

MARCOVITCH, Jacques. **Mudanças Climática e Multiculturalismo**. Mudanças Climáticas, Políticas Públicas e Estratégias Empresariais (Edusp). 2006. 12p.

MONTOYA, Marco Antônio. A Pegada Hídrica da Economia Brasileira e a Balança Comercial de Água Virtual: uma análise insumo-produto. **Revista de Economia Aplicada**, v. 24, n. 2, 2020, pp. 215-248.

PASCALE PALHARES, Julio Cesar. Pegada hídrica dos suínos abatidos nos Estados da Região Centro-Sul do Brasil *Acta Scientiarum*. **Animal Sciences**, vol. 33, núm. 3, 2011, pp. 309-314.

SEIXAS, Vanessa Sofia de Carvalho. **Análise da Pegada Hídrica de Um Conjunto de Produtos Agrícolas**. 2011. 110f. Universidade Nova de Lisboa. Dissertação (Mestre em Engenharia do Ambiente). 2011.

SILVA, V. D. P. R. D. et al. Uma medida de sustentabilidade ambiental: Pegada hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 1, p. 100-105, 201. undefined.

VICENTE de P. R. DA SILVA et al. Uma medida de sustentabilidade ambiental: Pegada hídrica. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.17, n.1, p.100–105, 2013.

## APÊNDICE A

### QUESTIONÁRIO APLICADO NO IFES DE COLATINA PARA ESTIMATIVA DE PH SEMANAL DOS ESTUDANTES DE QUATRO GRADUAÇÕES

Assinale seu sexo: Masculino ( ) Feminino ( )

Idade (anos):.....

Curso do Ifes - Campus Colatina:.....

1 - Qual a quantidade, aproximadamente, de cereais (trigo (pão), arroz, milho, feijão, etc.) que você come por semana? Para responder a esta questão, estime o quanto vc consome, semanalmente, de diferentes tipos cereais e considere, por exemplo, que 1 (uma) xícara destes cereais pesa cerca de 150 gramas e 1 pão francês pesa cerca de 50g.

2 - Qual a quantidade de carne que você come por semana, aproximadamente? Para responder a esta questão, estime o quanto vc consome, semanalmente, de diferentes tipos de carne e considere, por exemplo, que 1 (um) bife médio (boi ou frango) pesa cerca de 100 a 150 gramas.

3 - Qual a quantidade de produtos lácteos (leite, iogurte, manteiga, queijo) que você consome por semana, aproximadamente? Para responder a esta questão, estime o quanto vc consome, semanalmente, diferentes alimentos lácteos e considere, por exemplo, que 1 (um) copo de leite (250 ml) pesa cerca de 250 gramas, 1 pote de iogurte pesa cerca de 200g, 3 fatias de mussarela finas pesam cerca de 50g.

4 - Quantos ovos (unidade) você consome, em média, por semana?

5 - Como você prefere que sua comida seja preparada, em relação à quantidade de gordura?

6 - Como você considera o seu consumo de açúcar?

7 - Qual a quantidade de vegetais que você consome por semana, aproximadamente?

8 - Qual a quantidade de frutas que você consome por semana, aproximadamente?

9 - Qual a quantidade de raízes (batata, cenoura, mandioca, inhame) que você consome por semana, aproximadamente?

10 - Quantas xícaras de café você consome por dia? Caso não beba café, coloque "0".

11 - Quantas xícaras de chá você consome por dia? Caso não beba chá, coloque "0".



12 - Quantos banhos, em média, você toma por dia?

13 - Quanto tempo, em média, você gasta em cada banho? Favor colocar a resposta em minutos, por exemplo, 5 minutos.

14 - Quantas vezes por dia, em média, você escova seus dentes, lava as mãos e/ou faz a barba? Exemplo: 4 vezes/dia

15 - Ao lavar as mãos, escovar os dentes ou fazer a barba, você deixa a torneira aberta?

16 - Quantas vezes por semana, em média, você lava suas roupas? Exemplo: 2 vezes/semana

17 - Quantas vezes por dia, em média, lava-se a louça da sua casa? Exemplo: 2 vezes/dia

18 - Qual a duração média, em minutos, de cada lavagem de louças? Ex: 3 minutos

19 - Caso você tenha lavadora de louças, quantas vezes, em média, ela é usada por semana? Ex: 3 vezes/semana

20 - Quantas vezes, em média, por semana, você lava seu carro? Exemplo: 1 vez/semana. Caso não tenha carro, responda "nenhuma".

21 - Quantas vezes, em média, por semana, você rega o jardim ou quintal da sua casa? Exemplo: 3 vezes/semana. Caso não faça rega, responda "nenhuma".

22 - Se você faz a rega do jardim ou quintal, qual o tempo médio de duração de cada uma? Exemplo: 5 minutos. Caso não faça rega, responda "0".

23 - Quanto tempo, por semana, você gasta lavando algum equipamento ou a calçada? Ex: 15 minutos/semana.

24 - Caso tenha piscina em sua casa, qual a sua capacidade, em litros? Ex: 2.000 litros. Caso não tenha, responda "0".

25 - Caso tenha piscina em sua casa, quantas vezes por ano ela é esvaziada? Exemplo: 1 vez/ano. Caso não tenha, responda "0".

26 - Qual a sua renda anual? Coloque apenas a parte da sua renda que é consumida por você. Ex: Se você gasta cerca de R\$ 1.000,00 por mês, considere que sua renda anual é de R\$12.000,00/ano.

**APÊNDICE B**

PLANILHA COM OS RESULTADOS DA PH POR CATEGORIA (ALIMENTO, DOMÉSTICA E INDUSTRIAL) E DEMAIS CONSUMOS

Pegada Hídrica	Alimentos	Doméstico	Industrial	Cereal	Carnes	Vegetais	Frutas	Laticínios	Estimulantes	Gordura	Açúcar	Ovos	Outros
1294	904	345	45	252	0	51	34	52	247	1	3	104	101
876	575	300	1	168	0	3	34	156	82	0	3	35	64
895	420	474	1	84	0	26	34	104	82	1	6	17	47
1120	781	338	1	84	0	38	101	104	256	0	3	87	87
2858	2687	170	1	168	1614	13	34	104	411	1	4	17	301
1102	596	505	1	84	0	26	34	52	128	0	3	182	67
2122	1797	324	1	168	807	13	34	52	429	0	3	69	201
1975	1705	269	1	336	807	13	34	52	247	0	6	0	191
2042	1833	208	1	84	1211	64	135	0	82	0	3	9	205
1738	1454	283	1	168	807	13	34	52	123	0	4	69	163
1543	1274	264	1	587	404	13	34	52	0	0	4	17	143

---

2858	2687	170	1	168	1614	13	34	104	411	1	4	17	301
1628	1420	206	1	252	404	13	0	104	411	0	6	52	159
1224	912	311	1	84	404	26	34	52	82	0	4	104	102
935	741	192	1	168	0	38	34	52	82	0	3	260	83
1317	1195	121	1	336	404	13	67	52	123	0	3	43	134
2116	1826	288	2	587	807	13	34	52	82	0	0	26	205
1152	948	202	1	84	404	13	34	52	205	0	4	26	106
857	698	158	1	84	404	13	34	0	0	1	4	31	78
1573	1325	246	1	84	807	13	67	52	41	0	3	69	149
3273	2922	349	1	252	1614	26	101	52	247	1	3	260	327
2468	2326	141	1	252	1211	13	101	104	82	0	3	260	261
2272	2010	261	1	336	1211	13	34	104	0	0	4	43	225
1554	1336	216	1	84	807	13	67	104	0	0	4	87	150
1175	798	376	1	168	0	13	101	104	123	0	3	156	89

---

---

2221	1395	824	1	252	807	26	34	52	0	1	4	43	156
1464	964	499	1	84	404	26	67	52	18	0	3	182	108
1850	1609	240	1	420	807	26	34	52	50	0	3	17	180
613	413	199	1	168	0	26	34	52	18	0	3	26	46
2629	2167	460	1	84	1614	13	34	104	41	1	6	9	243
1389	829	559	1	84	404	13	34	52	82	0	4	43	93
761	597	163	1	84	0	38	101	52	123	0	4	87	67
1154	893	260	1	252	404	13	0	52	41	0	3	9	100
2419	2154	263	1	252	1211	26	34	104	132	0	4	130	241
7043	6705	337	1	503	4035	13	34	520	822	0	6	0	751
1259	929	328	1	84	404	26	34	52	164	1	4	17	104
1422	1047	374	1	168	404	26	67	52	132	1	6	35	117
1363	1254	107	1	84	807	13	34	52	82	1	4	17	141
3002	1801	1200	1	252	807	13	34	104	329	0	6	35	202

---

---

1039	835	202	1	84	404	13	34	52	46	0	3	87	94
910	686	223	1	84	404	0	0	52	0	0	6	43	77
1153	744	408	1	84	404	13	34	52	41	0	4	9	83
1646	1484	161	1	252	807	13	34	52	82	0	6	52	166
906	286	619	1	84	0	26	101	0	0	0	3	0	32
1301	902	397	1	84	404	13	34	52	164	0	4	26	101
1681	1446	234	1	252	807	38	34	52	41	1	4	35	162
1241	971	269	1	168	404	13	34	104	82	0	3	35	109
1159	855	302	1	168	404	26	34	104	0	0	4	0	96
1897	1439	457	1	252	807	13	34	104	0	0	4	43	161
857	698	158	1	84	404	13	34	0	0	1	4	61	78
2191	1960	229	1	252	1211	26	34	52	123	0	6	17	220
2258	1809	448	1	84	807	13	34	520	123	0	4	0	203
2378	1875	493	9	252	807	13	34	312	205	0	4	17	210

---

---

1801	1375	416	9	503	404	13	34	52	41	0	4	130	154
2538	2227	310	1	336	1211	26	67	104	164	0	6	43	249
1236	893	342	1	84	404	26	34	52	119	0	3	52	100
1723	1060	661	1	84	404	13	135	156	82	1	4	43	119
1618	1285	332	1	84	807	13	34	52	82	0	3	26	144
2181	1879	301	1	252	807	77	168	260	9	0	3	52	211
910	686	223	1	84	404	0	0	52	0	0	6	43	77
1718	1593	123	1	252	807	38	34	156	41	0	3	43	179
1149	824	323	1	84	404	26	34	52	82	0	4	26	92
846	709	136	1	84	404	13	34	52	0	0	6	17	79
2814	2536	276	1	336	1614	51	67	104	0	0	4	35	284
1645	1494	149	1	168	404	13	34	52	616	0	3	17	167
1339	767	571	1	252	0	26	34	52	164	0	3	130	86
1029	738	289	1	84	404	13	34	52	0	1	6	43	83

---

---

1814	1319	494	1	84	807	13	34	52	123	0	3	35	148
1545	1351	193	1	252	404	38	67	156	132	0	3	87	151
1122	925	195	1	84	404	13	34	52	82	0	3	130	104
1191	799	390	1	84	404	26	67	52	0	1	4	52	90
1056	821	233	1	168	404	13	34	52	18	1	3	17	92
1811	1260	541	9	336	404	13	34	52	247	0	6	9	141
1645	1316	327	1	168	404	38	101	52	329	0	4	52	147
1203	763	422	18	84	404	13	34	52	41	0	4	26	86
1237	1040	195	1	168	404	13	34	52	123	1	6	104	117
1758	1588	169	1	168	404	64	101	156	411	0	3	43	178
1510	1108	401	1	168	404	26	34	104	205	0	6	17	124
2094	1782	310	1	84	1211	13	34	52	164	1	4	0	200
1399	1099	299	1	84	404	13	135	52	132	0	6	130	123
1273	988	284	1	84	404	13	34	52	215	0	4	52	111

---

---

1633	1321	311	1	168	807	13	0	52	82	0	4	26	148
1389	1120	268	1	84	404	13	34	52	123	0	4	260	125
2782	2634	147	1	84	2018	51	101	52	9	1	3	0	295
1871	1440	429	1	168	404	13	34	52	411	0	4	174	161
2645	2183	461	1	84	1211	77	269	104	27	0	3	43	245
1885	1612	272	1	336	807	13	34	52	164	0	6	0	181
1602	1351	249	1	0	807	26	67	52	205	1	4	17	151
3433	3206	226	1	336	2018	103	101	156	41	0	4	9	359
1285	1080	203	1	252	404	13	34	208	0	0	3	26	121
1656	906	750	0	252	404	13	34	52	0	0	4	26	102
2172	1768	403	1	252	807	13	168	104	82	0	6	78	198
2893	2537	355	1	420	1614	13	67	52	0	1	3	43	284
1837	1660	176	1	252	807	26	202	52	82	1	4	9	186
2168	1789	378	1	168	807	38	67	52	411	0	4	0	200

---



---

2321	1385	934	1	84	807	13	67	52	91	0	6	69	155
981	858	121	1	84	404	13	34	52	82	0	4	69	96
1614	1351	262	1	252	807	13	34	52	0	0	4	17	151
1056	821	233	1	168	404	13	34	52	18	1	3	17	92
2082	1844	237	1	252	1211	13	34	52	0	0	4	52	207
1683	1398	268	18	168	807	13	34	52	82	0	4	61	157
2475	2255	218	1	420	1211	64	135	52	9	0	3	69	253
1743	1380	361	1	252	807	13	34	52	0	0	4	43	155
1340	1006	325	9	168	404	26	34	104	82	0	4	52	113
2268	1844	423	1	168	807	13	34	520	0	0	3	52	207
1542	1289	252	1	168	404	26	34	52	411	0	4	26	144
2281	1845	435	1	168	1211	26	34	104	0	0	4	52	107
2226	1915	309	1	168	807	26	101	156	411	0	3	9	215
1952	1751	199	1	168	1211	13	34	104	0	0	6	0	196

---

---

648	504	132	11	168	0	26	34	104	41	0	3	52	57
1165	927	236	1	168	404	26	101	52	41	0	3	9	104
1952	1751	199	1	168	1211	13	34	104	0	0	6	0	196
1488	1323	164	1	84	807	13	34	104	82	0	4	26	148
2895	2556	325	13	336	1614	13	34	260	0	0	4	9	286
1142	950	191	1	168	404	26	34	52	91	0	3	26	106
1244	960	282	1	168	404	13	34	52	123	0	4	35	108
1239	1047	191	1	252	404	13	34	52	123	1	6	26	117
1072	903	167	1	84	404	13	34	0	164	0	3	61	101
2302	1767	534	1	336	807	13	34	156	164	0	4	35	198
1459	1075	382	1	84	404	13	34	156	205	0	4	35	121
1559	1335	222	1	168	807	26	34	52	9	0	4	26	150
1719	1268	451	1	420	404	13	67	52	41	0	3	87	142
2657	2473	183	1	755	1211	13	34	52	82	0	3	26	277

---

---

1377	927	449	1	84	404	38	101	0	9	0	3	104	104
1683	1304	377	1	420	404	13	34	52	164	1	6	26	146
2244	1957	286	1	252	1211	38	67	52	41	0	4	52	219
1209	784	424	1	84	404	13	34	52	41	0	6	43	88
1690	1480	209	1	420	807	13	34	0	0	0	3	17	166
2715	2484	229	1	168	1614	13	34	260	82	1	6	9	278
1132	852	280	1	168	404	13	34	52	18	0	4	43	95
1785	1526	257	1	252	807	13	34	52	50	1	6	121	171
1812	1579	231	1	168	807	13	34	0	329	0	6	26	177
1723	1405	315	2	195	697	21	51	85	116	0	4	51	157

---

