

ANÁLISE DA VIABILIDADE QUANTITATIVA POR METODOLOGIA ESTATÍSTICA PARA PROGRAMA DE COLETA DIFERENCIADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS SECOS EM ANÁPOLIS, GOIÁS

Clegnei Lucas de Sousa Romero

*Discente, Bacharelado em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA - Centro Universitário de Anápolis
(clegnei@gmail.com)*

Eduardo Dourado Argôlo

*Professor Mestre, Bacharelado em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA - Centro Universitário de Anápolis
(eduardoxargolo@gmail.com)*

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo apresentar uma metodologia estatística na tentativa de se quantificar as prováveis produções de resíduos coletados pelo programa de coleta seletiva na cidade de Anápolis-GO e com base nos supostos quantitativos fazer a verificação da possibilidade de se atingir as metas de produção mínimas propostas pelos diretrizes legais da gestão de resíduos sólidos no país. Como forma de verificação adotaram-se os indicadores estabelecidos pela Lei 12.305/10 - Política Nacional de Resíduos Sólidos, pelo Plano Nacional de Resíduos Sólidos e pelo Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do município de Anápolis-GO. Observou-se que a partir dos indicadores apresentados, as metas de redução de resíduos coletados por meio da coleta de resíduos sólidos urbanos diferenciada no município de Anápolis serão atingidas à médio prazo, porém as metas finais, de longo prazo estarão comprometidas em sua redução para os anos de 2027 e 2031. Conforme instruções do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, os municípios que não atenderem às metas mínimas exigidas para curto, médio e longo prazo, poderão ter os acessos aos recursos fornecidos pela União para os serviços de limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e gestão de resíduos sólidos, condicionados ao cumprimento dessas metas. Este trabalho serve como instrumento de alerta aos interessados da administração municipal bem como ao setor privado, antecipando uma possível crise de gestão de resíduos sólidos. Dessa forma, garante-se que as metas estipuladas de redução de resíduos encaminhados ao aterro sanitário sejam observadas para o seu cumprimento.

PALAVRAS-CHAVE: Metodologia estatística. Predição de resíduos. Regressão linear. Coleta seletiva.

1 INTRODUÇÃO

A coleta seletiva de resíduos sólidos domiciliares ocorre de forma generalizada e sem qualquer planejamento em grande parte dos municípios brasileiros, pela ação obscura, desorganizada e precária de catadores, que trabalham nas áreas urbanas recolhendo os materiais descartados pela população nas ruas e calçadas através de uma rede informal de trabalhadores. Esta rede, também alimenta a confusa atuação de agentes intermediários que promovem o destino dos materiais recolhidos para as indústrias que utilizam estes insumos como matérias-primas em seu processo produtivo.

A interferência desses agentes, promovem a ineficiente produção das cooperativas de catadores, bem como, os mantém reféns em seu pífio desenvolvimento. A concentração recente de catadores em cooperativas, sobrevivendo deste negócio, evidenciou a necessidade de uma melhor organização e a perspectiva de uma integração deste segmento com os processos voltados para a reciclagem de resíduos a fim de fornecer para a indústria. Para se consolidar o desenvolvimento desses grupos cooperados deve-se garantir a manutenção da matéria prima dos seus trabalhos.

Este projeto, portanto, se justifica como sendo um instrumento de constatação por meio de métodos estatísticos, das garantias de produção suficiente para que o programa de coleta seletiva do município, além de se manter com os quantitativos de materiais mínimos necessários, possa cumprir as metas de redução de resíduos participantes do montante destinado ao aterro sanitário municipal.

Este trabalho tem por objetivo contribuir na análise de produção de resíduos sólidos urbanos no município, indicando por meio de metodologia estatística as previsões das gerações desses resíduos para um horizonte de 12 anos, verificando se a atual proposta do programa de coleta seletiva atenderá as demandas necessárias para o futuro, tanto para a redução de entrada de resíduos no aterro sanitário, quanto para a manutenção e conservação dos trabalhos das cooperativas de catadores, por meio das metas indicadas pela políticas públicas instauradas.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 SÉRIE TEMPORAL

A série Temporal trata das observações do comportamento de uma variável ao longo do tempo, por meio de registros de períodos regulares. Pode-se exemplificar algumas das séries temporais como por exemplo as metas de vendas estabelecidas em empresas, a variação das temperaturas de uma cidade, os valores diários dos fechamentos da IBOVESPA, os gráficos de controles de processos produtivos, os resultados de exames como o eletroencefalograma e outros. Supõe-se pela análise de séries temporais que haja relação do tempo com um sistema causal constante, exercendo influência nos resultados dos dados no passado, podendo continuar essa influência no futuro (REIS, 2018).

São criados padrões aleatórios por meio desse sistema causal que podem ser reconhecidos por meio de um gráfico de série temporal, ou por meio de outros métodos estatísticos. Tendo o objetivo de se identificar padrões não aleatórios de uma variável de interesse, a análise das séries temporais, por meio da observação de seu comportamento, permite fazer predições sobre suposições futuras, funcionando como uma ferramenta de auxílio em tomadas de decisões.

REIS (2018) ainda afirma que os modelos de autorregressão fazem o relacionamento da variável dependente Y , onde se pretende estabelecer um padrão de informações temporais, com a variável X do tempo. Quando há a permanência de tempo constante nos parâmetros descritos na série temporal prevista, esses modelos passam a

ser mais proveitosos. Neste caso, por exemplo, quando é exibida uma tendência linear por essa série temporal, a inclinação da linha de tendência apresentada permanecerá constante.

2.2 CORRELAÇÃO LINEAR E REGRESSÃO LINEAR SIMPLES

Nos estudos envolvendo mais de uma variável, além dos cálculos das estatísticas descritivas, comumente calculados, observa-se se é conhecido algum tipo de relacionamento entre essas variáveis. Dos métodos estatísticos que estabelecem graus de relacionamento entre variáveis, os métodos de Análise de Correlação e a Análise de Regressão Linear são amplamente utilizados (LIRA, 2004).

Para SIEGEL (1975, p. 220), a Análise de Correlação é um instrumento válido para a verificação e validação de um estudo proposto: "O estabelecimento da existência de uma correlação entre duas variáveis pode constituir o objetivo precípua de uma pesquisa (...). Mas também representar apenas um passo, ou estágio, de uma pesquisa com outros objetivos, como, por exemplo, quando empregamos medidas de correlação para comprovar a confiabilidade de nossas observações".

Segundo LIRA (2004), a variação conjunta de duas variáveis é indicada por um resultado fornecido pela Análise de Correlação, determinando a direção e intensidade dessa relação linear ou não-linear. Funciona como um indicador que estabelece a existência ou não de relação entre as variáveis, sem a necessidade do ajuste de funções matemáticas, não sendo necessário maior detalhamento, como no caso da Análise de Regressão, apenas a indicação do grau de relacionamento dessas variáveis. No caso da verificação da correlação entre uma variável explicativa e uma variável resposta, não há a distinção no grau dessa variação conjunta, desta forma, a variação entre as variáveis verificadas X e Y, é a mesma para Y e X (FIGUEIREDO e SILVA JÚNIOR, 2009).

Deve-se considerar ainda que podem existir entre as variáveis, diferentes formas de correlação, sendo o caso mais comum o da correlação simples, onde se envolvem apenas duas variáveis X e Y. Essa correlação se caracteriza como linear quando obtida de forma aproximada, por meio da equação da reta, ajustando-se uma reta na forma $Y = \alpha + \beta X$ aos dados referentes (LIRA, 2004).

O objetivo pretendido com a Análise da Correlação é a aferição da "força" de relacionamento linear entre essas variáveis, determinando o grau dessa associação. Para a determinação desse grau de associação utilizasse o método de identificação do Coeficiente Linear de Pearson (RODRIGUES, 2012).

No ano de 1885, Francis Galton demonstrou, por meio de um estudo, que a altura média dos filhos tenderiam a regredir para a altura média da população e não para a média da altura dos seus pais, sendo essa a primeira vez onde foi proposto o termo "Regressão". A partir do valor de variáveis preditoras (ou independentes) pretende-se prever o valor de uma ou mais variáveis de resposta (ou dependentes) por meio de modelagens de relações definidas por um vasto conjunto de técnicas estatísticas, resultando na "Análise de Regressão". Além de aferir a relação entre uma variável preditora (Y) e variáveis independentes (X1, X2, X3..., Xp), a Análise de Regressão também estipula os sistemas de comportamento entre as mesmas, necessitando de uma forma funcional para relacionar as covariações às variáveis respostas (MAROCO, 2003).

2.3 COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO LINEAR DE PEARSON

O Coeficiente de Correlação do Momento Produto, também chamado de Coeficiente Linear de Pearson é o método usualmente utilizado para a verificação da ação de correlação entre duas variáveis, tendo seu estudo sido apresentado pela primeira vez

em 1897 por Karl Pearson e seu orientador Francis Galton, sendo este o primeiro método de correlação de variáveis. Atualmente este coeficiente de correlação é amplamente utilizado para Análises de Confiabilidades, Análises Fatoriais, Análises de Componentes Principais e em muitos outros campos de análises estatísticas (SCHULTZ e SCHULTZ, 1992).

O Coeficiente Linear de Pearson é um valor mensurável que torna possível se avaliar a intensidade, o grau de relação entre duas variáveis. Partindo da análise de seus resultados, pode-se determinar se há coerência ou não para a utilização do modelo linear proposto para a modelagem do fenômeno. Chamado de R, calcula-se o Coeficiente de Correlação Linear de Pearson pela equação 1 (CORREA, 2006):

$$R = \frac{n \cdot \sum x \cdot y - (\sum x) \cdot (\sum y)}{\sqrt{[n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2] \cdot [n \cdot \sum y^2 - (\sum y)^2]}} \quad (1)$$

Onde:

R = o coeficiente de Pearson;

n = o número de observações;

x = variável independente;

y = variável dependente.

A forma mais adequada para se ilustrar, em termos gráficos, o padrão de correlação entre duas variáveis é por meio de uma linha reta, portanto, na correlação Linear de Pearson (R) exige-se um compartilhar de variância, sendo que esse compartilhamento será da forma linear distribuída (FIGUEIREDO, 1995).

Há uma variação de -1 a 1 no Coeficiente de Correlação de Pearson, indicando o sinal se há uma direção positiva ou negativa nessa relação, sendo o valor o indicador de força dessa mesma relação. No entanto, na prática dificilmente são encontrados os valores extremos (0 ou 1), sendo necessário considerar as muitas interpretações de magnitude desses coeficientes por diversos pesquisadores. De qualquer forma, é correto afirmar que quanto mais esse valor se aproxima de 1, independentemente do sinal, maior torna-se a força de dependência linear dessa relação. De forma oposta, quanto mais próximo o valor estiver de zero, menor é o grau de dependência linear estatística entre essas variáveis. Optou-se, nesse trabalho, em admitir as considerações sobre a interpretação do Coeficiente Linear de Pearson propostas por SANTOS (2007), representadas pela tabela a seguir:

Tabela 1- Interpretação do coeficiente de Correlação de Pearson.

COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO	CORRELAÇÃO
Rxy = 1	Perfeita Positiva
0,8 ≤ Rxy < 1	Forte Positiva
0,5 ≤ Rxy < 0,8	Moderada Positiva
0,1 ≤ Rxy < 0,5	Fraca Positiva
0 ≤ Rxy < 0,1	Ínfima Positiva
0	Nula
-0,1 ≤ Rxy < 0	Ínfima Negativa
-0,5 ≤ Rxy < -0,1	Fraca Negativa
-0,8 ≤ Rxy < -0,5	Moderada Negativa
-1 ≤ Rxy < -0,8	Forte Negativa
Rxy = -1	Perfeita Negativa

Fonte: SANTOS, 2007.

2.4 COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO

Define-se por Coeficiente de Determinação, como sendo igual ao quadrado do Coeficiente de Correlação Linear de Pearson. Diferente do Coeficiente de Correlação Linear de Pearson, que mede a intensidade de relação entre duas variáveis, o Coeficiente de Determinação explica a aplicação da reta de regressão. Dessa forma, quanto mais aproximado o valor do Coeficiente de Determinação estiver de 1, maior a qualidade desse ajustamento e maior o valor percentual de explicação da variação de Y pela reta estimada (RODRIGUES, 2012).

O Coeficiente de Determinação é pela equação 2:

$$R^2 = \frac{(\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y}))^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (2)$$

Conforme RODRIGUES (2012), de forma resumida, a ausência ou presença de uma relação linear pode ser constatada a partir dos seguintes pontos distintos:

. Quantificando-se a força da relação proposta, neste caso faz-se o uso do método de Análise de Correlação;

. Explicitando-se a forma dessa relação, fazendo-se o uso então, da Análise de Regressão.

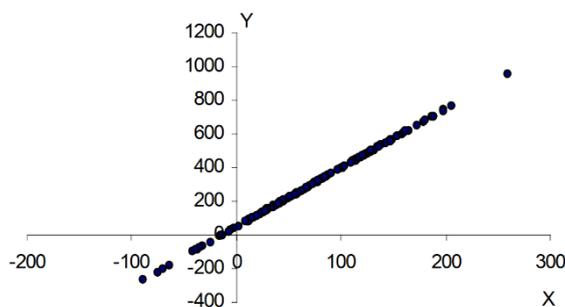
2.5 DIAGRAMA DE DISPERSÃO

O Diagrama de Dispersão trata da disposição das variáveis correlacionadas X e Y em cada um dos eixos de um gráfico cartesiano. Formando uma nuvem de pontos por meio de pares ordenados, a variável independente (X) situa-se no eixo das abscissas enquanto a variável dependente (Y) é reservado para o eixo vertical.

A formatação geométrica do Diagrama de Dispersão pode apresentar pontos que o associem a uma linha reta, configurando uma correlação linear, uma linha curva de correlação curvilínea ou ainda, não poder ser definida por nenhuma configuração linear, tendo seus pontos dispersos na apresentação, evidenciando uma não correlação (CORREA, 2006).

Através do gráfico de “Diagrama de Dispersão”, pode-se verificar de uma forma simples que tipo de correlação existe entre duas variáveis. Representado pelos pares (X_i, Y_i) , sendo $i = 1, 2, 3, \dots, n$ (número de observações). Os gráficos 1 representa um tipo de correlação entre variáveis X e Y (LIRA, 2004):

Gráfico 1 - Interpretação do coeficiente de Correlação de Pearson



Fonte: SANTOS, 2007.

2.6 APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS SECOS PRESENTES NOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos - PLANARES, conforme estabelecido pelas diretrizes da Lei 12.305/2010, deverá ter a sua atualização em intervalos de 04 anos, tendo sua vigência indeterminada com horizonte de projeção de 20 anos, contemplando em seu conteúdo mínimo as metas de redução, reutilização, reciclagem, entre outros, com o intuito de redução da quantidade de rejeitos e resíduos encaminhados para a disposição final de forma adequada, tratando ainda da redução dos Resíduos Sólidos Urbanos Secos disponibilizados nos aterros sanitários. As metas relacionadas aos Resíduos Sólidos Urbanos Secos resultam em ações relacionadas ao programa de coleta seletiva dos municípios, permitindo a adequação as propostas de redução do encaminhamento desses resíduos a destinação final (MMA, 2012).

Ficam condicionados os acessos aos recursos da União, ou por ela controlados, os Estados, Municípios e o Distrito Federal, à elaboração de seus respectivos Planos de Resíduos Sólidos, bem como os incentivos ou financiamentos de entidades federais de fomento ou crédito destinados aos empreendimentos e serviços de limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e gestão de resíduos sólidos (MMA, 2012).

A PNRS estabelece as competências e responsabilidades para o correto equacionamento dos serviços de coleta diferenciada de resíduos sólidos domiciliares secos, dentre elas destaca-se que o poder público, sendo representado pelo prestador dos serviços de limpeza urbana, deverá estabelecer o sistema de coleta diferenciada, priorizando e favorecendo as associações de catadores e cooperativas, dando ainda a destinação final dos resíduos rejeitados.

O município de Anápolis estabeleceu por meio de seu Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), ainda em versão preliminar, suas metas de redução dos materiais recicláveis encaminhados para o aterro sanitário conforme a proposta do Plano Nacional de Resíduos Sólidos para a região Centro-Oeste, variando entre 15% e 35%, entre os anos de 2015 e 2031, conforme Tabela 02, equivalendo uma abrangência de coleta diferenciada de 5,5% a 10,7%, respectivamente.

Tabela 2- Metas de redução de materiais recicláveis encaminhados para aterros, região Centro-Oeste

META	HORIZONTE DE ATUAÇÃO DO PMGIRS				
	2015	2019	2023	2027	2031
Percentual de redução de recicláveis no aterro sanitário	13%	15%	18%	21%	25%
Percentual de resíduos sólidos urbanos que devem ser coletados de forma diferenciada	5,50%	6,40%	7,70%	9,00%	10,70%

Fonte: Adaptado de MMA (2012)

3 ASPECTOS NECESSÁRIOS PARA EXECUÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO

3.1 ÁREA

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Tendo-se a necessidade de um diagnóstico de todo o processo do sistema de coleta seletiva e de todos os envolvidos, para o levantamento dos dados foram feitas reuniões, realizadas entrevistas, bem como solicitado junto a representantes das cooperativas existentes no município, da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, da

empresa GAE Construção e Comércio, detentora do contrato de prestação de serviços de coleta seletiva para o município, e de alguns catadores de recicláveis autônomos, informações para a composição dos elementos necessários para esse estudo.

Para a avaliação da capacidade dos trabalhos de produção de cada cooperativa envolvida, foram verificados o quantitativo de colaboradores, as instalações físicas e suas capacidades, o volume de material coletado e disponibilizado para cada uma das cooperativas, os equipamentos disponíveis, os turnos de trabalhos, a metodologia utilizada durante o processamento dos resíduos, a destinação do material excedente. Todas as informações referentes as cooperativas foram adquiridas por meio de visita in loco, e endossadas por entrevistas feitas junto aos representantes legais de cada uma delas.

Sobre os serviços de coleta seletiva, composição das equipes, volumes coletados mensalmente, metodologia de coleta, veículos coletores, frequência de coleta, horários de atendimento, bairros atendidos, roteiros, Pontos de Entrega Voluntária (PVE's), empresas, condomínios residenciais e escolas municipais participantes, foram consultados o departamento técnico e a gerência operacional da empresa GAE Construção e Comércio – empresa prestadora dos serviços de coleta seletiva, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente Habitação e Planejamento Urbano, responsável pela fiscalização do contrato, bem como o edital de licitação da prestação dos serviços de limpeza urbana (Edital de Concorrência Pública nº 006/2013).

Para a análise da viabilidade quantitativa para se atender as necessidades mínimas de produção mensal das cooperativas, teve-se como referência a produção atual per capita adotada de cada uma delas, para a produção a médio e longo prazo dos percentuais e metas gerais dos potencial reciclável a serem coletados e destinados ao programa de coleta seletiva, adotaram-se os indicadores estabelecidos pela Lei 12.305/10 - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNSR), pelo Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES) e pelo Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do município de Anápolis-GO (PMGIRS).

Quanto aos métodos estatísticos adotados para a análise de predição das estimativas de referência, foram utilizados o método do Coeficiente de Relação Linear de Pearson, o Coeficiente de Determinação e a Regressão Linear Simples, com o uso de Função Polinomial para a análise de tendências e gráficos de dispersão. A análise de regressão linear simples visa a modelar e investigar relações entre duas ou mais variáveis, que, neste caso, são o tempo e a quantidade de resíduos. A série temporal que é um conjunto de observações dos valores que uma variável assume em momentos de tempo, tem como objetivo a construção de modelos matemáticos para realizar predições futuras. Fez-se o uso da ferramenta Microsoft Office Excel e de seus recursos avançados para determinação da equação de regressão, dos gráficos e tabelas apresentadas como de autoria do autor.

4 RESULTADOS E DISCUSÕES

4.1 O PERFIL DAS COOPERATIVAS

Quanto as cooperativas dos catadores instituídas e beneficiadas pelo programa de coleta seletiva no município de Anápolis, atualmente estão cadastradas duas cooperativas, a Coopersólidos, cooperativa estabelecida desde o ano de 2008 com sede no bairro Jardim Primavera, tendo os seus trabalhos desenvolvidos em um galpão próximo ao aterro sanitário, disponibilizado pelo município por meio de Termo de Cessão de Uso. Conta com uma estrutura de equipamentos com balcão de triagem, esteira fixa, balanças, carrinhos de transporte de carga e com 14 cooperados ativos, suas atividades são desenvolvidas de

segunda a sexta feira das 08:00hs as 17:00 . A Coopercan- Cooperativa de Trabalho dos Catadores de Materiais Recicláveis de Anápolis, também estabelecida no mesmo bairro, instituída no ano de 2014 em consequência da retirada definitiva dos catadores de materiais recicláveis de dentro do Aterro Sanitário municipal por força de uma ação tarefa deflagrada pelo Ministério Público Municipal, em concernência com as exigências da Política Nacional de Resíduos Sólidos, conta atualmente com 11 cooperados, tem sua sede em um balcão que, a título de incentivo, tem seus gastos de aluguel, água e energia elétrica custeados pelo município. O espaço do galpão é um pouco mais limitado e conta apenas com equipamentos como prensas, balança e carrinhos de transporte. Seus turnos de trabalho são de segunda a sexta de 08:00hs as 18:00hs.

4.2 O PROGRAMA DE COLETA SELETIVA NO MUNICÍPIO

A coleta seletiva no município conta com a prestação dos serviços de uma empresa especializada, detentora do contrato por meio de processo licitatório. São disponibilizadas 03 equipes composta com guarnição de 01 motorista e 02 coletores cada. Cada equipe é composta por 01 caminhão baú de carroceria fechada com capacidade de volume mínima de 40 m³, conforme Figura 5, plotado na carroceria, com adaptações na porta traseira e lateral para a acomodação dos resíduos coletados, contam também com equipamento de sonorização e com um jingle sonoro específico que é executado durante os trabalhos de coleta, utilizado com a finalidade de se indicar a comunidade o momento exato em que a equipe está executando a coleta no bairro e logradouros, indicando o momento correto para a disponibilização dos resíduos que foram previamente separados durante a semana ou quinzena, devendo ser disponibilizados nas portas de suas residências, conforme metodologia utilizada de coleta “porta a porta”. Todos os caminhões estão munidos de equipamento de rastreamento via satélite, onde são monitorados pelo setor de sala técnica da empresa por meio de software específico para os serviços de coleta de resíduos, permitindo-se assim a obtenção das variáveis para a análise real da produtividade dos trabalhos, como o trechos, a fiscalização dos deslocamentos dos veículos, suas paradas realizadas, a velocidade média, os quantitativos coletados por setores, a quilometragem média mensal percorrida por cada equipe, o momento de descarregamento dos materiais nas cooperativas, e outros.

Atualmente a coleta seletiva está disponível integralmente em 147 bairros dos 325 bairros catalogados no município, com frequência semanal e quinzenal conforme a Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Habitação e Planejamento Urbano - SEMMAH.

O programa de coleta seletiva também conta como métodos de coleta por meio dos PEV's (Ponto de Entrega Voluntários), sendo estes disponibilizados em locais considerados como potencial de entrega voluntária, como em praças, locais de grande movimento e pontos comerciais. Estes dispositivos contam com repartições por tipo de resíduo e as indicações para a disposição dos resíduos por cores e texto, conforme Figuras 6 e 7. Em parceria com a Secretaria de Educação Municipal, atualmente estão disponibilizados também 30 PEV's em escolas do município, como incentivo e estímulo para a integração dos alunos e funcionários ao programa de coleta seletiva. Todo o material coletado nesses pontos é de destinação exclusiva às cooperativas. Conforme o programa de coleta seletiva municipal, todas as escolas que receberam os PEV's foram previamente avaliadas quanto à disposição dos roteiros logísticos da coleta seletiva, de forma que as próprias equipes quando em suas coletas nas frequências estabelecidas para cada bairro, incluíram as escolas em seus roteiros, para que não houvesse a necessidade de ampliação de equipes de coleta.

O projeto conta também com a participação de mais de 30 parceiros de entidades públicas/privadas, entre elas indústrias, igrejas, universidades, bancos, hospitais e outros.

Para a coleta nesses estabelecimentos é destinada uma equipe de coleta exclusiva de forma que atenda a todos os parceiros do programa com uma frequência fixa semanal, quinzenal ou mensal, conforme a disponibilidade dos volumes de matérias disponibilizados por cada um deles.

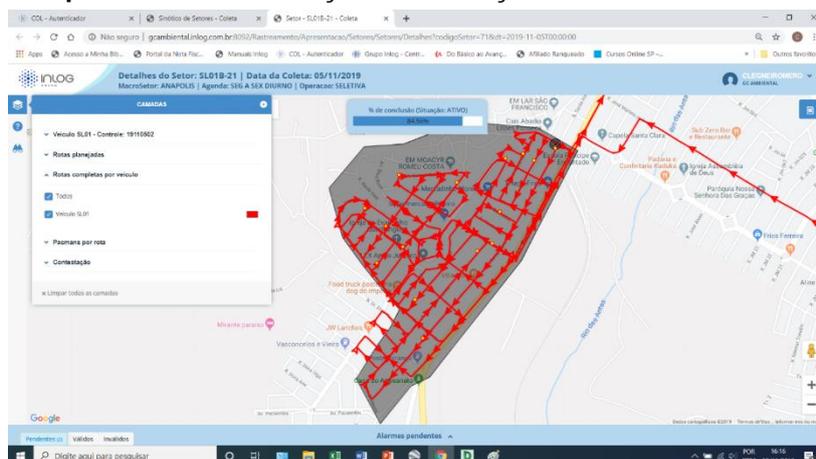
Outra frente de trabalho dos serviços de coleta seletiva no município está relacionada aos condomínios residenciais. Atualmente estão catalogados pela empresa coletora, 15 condomínios participantes do programa que fornecem os matérias recicláveis, na maioria das vezes já segregados e limpos, agilizando os trabalhos nas cooperativas. Muitos desses condomínios tornaram-se grandes geradores de recicláveis, por meio de projetos de coleta seletiva interna, frutos de educação ambiental e conscientização coletiva promovida pelos próprios condôminos.

A coleta nos bairros é realizada por 04 veículos e suas guarnições, totalizando-se 02 equipes disponibilizadas para esse serviço. A coleta obedece a critérios de setorização previamente planejados. Atualmente a coleta seletiva nos bairros do município abrange aproximadamente 70% de seu território trafegável. Os roteiros estão distribuídos em 40 setores, sendo 20 setores executados de segunda a sexta no período matutino, com 01 roteiro diário para cada veículo, reproduzindo-se o mesmo modelo de trabalho para o período vespertino, 20 setores executados de segunda a sexta com 01 roteiro diário para cada veículo. Os roteiros foram sendo desenvolvidos e adaptados de forma que se permitisse o deslocamento completo das equipes nos setores, já considerados os volumes disponíveis para a coleta e a entrega dos materiais nas cooperativas em cada turno determinado. Todos os materiais coletados no período matutino são destinados para a cooperativa Coopersólidos e todos os matérias coletados no período vespertino são destinados à cooperativa Coopercan, fidelizando-se assim o destino dos resíduos de cada setor coletado para a mesma cooperativa em um mesmo turno.

Todos os veículos da coleta seletiva estão equipados com os kits de rastreamento via satélite e são monitorados diariamente para a conferência da execução dos trabalhos. Por meio da tecnologia do software específico adotado pela empresa responsável pelos serviços de coleta seletiva, há uma vasta gama de variáveis que podem ser verificadas diariamente, auxiliando na fiscalização, no desenvolvimento de melhoras nos serviços, influenciando diretamente em seus resultados. Indicação dos horários de saída e chegada na garagem, confirmação de presença de cada funcionário da equipe durante os serviços, tempos e pontos de paradas, velocidade média desenvolvida, velocidade instantânea, limite de velocidade ultrapassado, registros de pesagens no aterro, relatório de telemetria do veículo, cumprimento dos roteiros do dia, alarmes de desvio de rota, apontamento de locais não coletados, acionamento correto das engrenagens e embreagem, indicação da ativação dos faróis noturnos, acionamento de limpador de para-brisas e outros, fazem parte de alguns dos recursos que favorecem o uso desse tipo de tecnologia. A Figura 1 demonstra o acompanhamento da proporção de conclusão dos trabalhos da coleta seletiva em um determinado roteiro.

Todos os veículos, após o término da coleta nos setores por turno, obrigatoriamente são encaminhados ao Aterro Sanitário do município para a geração do documento de aferição de pesagem, antes de destinarem os materiais nas cooperativas, mesmo que esses materiais, por algum motivo ou procedimento, tenham já tenham feito a aferição (Figura 9). Todos as pesagens são fiscalizadas pela equipe do aterro sanitário composta por um balanceiro, funcionário da empresa administradora do aterro, por um fiscal da prefeitura e pelo próprio motorista da coleta seletiva, devendo todos eles assinarem o ticket de pesagem, documento gerado para o registro, controle e fiscalização. Conforme informação da administradora do Aterro Sanitário, a balança de pesagem é aferida anualmente pelo INMETRO.

Figura 1 - Relatório de percentual de execução dos serviços de coleta seletiva em determinado setor



Fonte: GAE, 2019.

Após a segregação dos resíduos nas cooperativas, o material excedente, considerado como expurgo, sem mercado para comercialização ou inapropriado para o comércio, é disponibilizado para o descarte nas áreas externas das cooperativas. Como as cooperativas ficam próximas ao Aterro, a administração do mesmo disponibiliza regularmente um trator e caminhão caçamba para a coleta desse material, que é pesado na balança, passando pelo mesmo procedimento de registro dos demais resíduos e tem sua destinação feita de forma adequada nas células dos resíduos do aterro sanitário.

4.3 DOS QUANTITATIVOS COLETADOS

Baseando-se no Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos do SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNS, 2017), há uma distinção entre as classes dos resíduos a serem contabilizados para a representação do montante do programa de coleta diferenciada do município, admitindo-se para o cálculo da soma dos resíduos apenas os considerados válidos para as particularidades do município. A quantidade total de resíduos coletados seletivamente, que compõe o cálculo do indicador IN054 é contabilizada como a soma das parcelas CS023, CS024, CS048 e CS025 (que se referem aos agentes executores: prefeitura, empresas contratadas pela prefeitura, catadores com o apoio da prefeitura e outros agentes, respectivamente), no entanto, considerou-se, para os fins de verificação do estudo proposto, apenas os indicadores CS023 e CS024, sendo estes correspondentes a soma dos indicadores praticados atualmente pelo município de Anápolis.

A Tabela 3 a seguir, apresenta o resumo dos pesos alcançados com o programa nos últimos anos. No ano de 2014 os dados dos meses de janeiro e dezembro não foram fornecidos, para este período, admitindo-se valores médios para estes períodos.

Segundo os relatórios fornecidos pela SEMMAH, nos últimos cinco anos foram coletados para o programa de coleta seletiva mais de 5.000 toneladas de resíduos secos recicláveis, tendo destinação exclusiva para os trabalhos das cooperativas. Durante esse tempo houve a ampliação do programa de coleta seletiva e mudança da empresa gestora do contrato.

Tabela 3 - Quantitativos anuais do programa de coleta seletiva

MESES	ÚLTIMOS CINCO ANOS (Toneladas)				
	2014	2015	2016	2017	2018
Janeiro	33,70	79,57	96,72	109,70	87,84
Fevereiro	44,01	74,02	102,99	81,22	78,91
Março	50,78	74,59	99,72	106,96	118,03
Abril	33,87	62,47	93,52	94,64	100,68
Mai	49,69	65,043	92,30	131,53	103,31
Junho	38,46	60,99	96,49	104,16	94,39
Julho	36,60	75,34	96,18	87,78	80,52
Agosto	36,02	73,24	109,50	99,53	83,64
Setembro	47,17	83,47	91,01	95,59	89,92
Outubro	42,16	79,6	84,59	108,14	126,77
Novembro	56,61	93,17	95,96	70,24	103,64
Dezembro	43,54	102,28	106,92	83,28	110,77
TOTAL (TN):	512,60	923,78	1.165,90	1.172,76	1.178,42

Fonte: SEMMAH, 2019.

4.4 PROPONDO UM MODELO LINEAR IMPERMEABILIZAÇÃO

Conforme proposta de se fazer uma estimativa da produção de resíduos coletados por meio da coleta de resíduos sólidos diferenciada no município de Anápolis e ainda a verificação de que, o resultado dessa hipótese esteja atendendo as recomendações propostas pelas políticas públicas de gerenciamento de resíduos em âmbito Federal e municipal, optou-se pelo método estatístico de Análise de Regressão Linear, verificando a intensidade de uma possível correlação linear por meio da Análise de Correlação Linear de Pearson, observando ainda as verificações necessárias para o indicador do Coeficiente de Determinação.

4.4.1 Análise de Correlação Linear de Pearson

Considerando como variável independente (X) o tempo em meses, as variáveis dependentes (Y) como sendo os resíduos coletados mensalmente e o número de observações dos dados amostrais $n = 60$, e baseando-se nos resultados obtidos pela Tabela 8, por meio da fórmula de verificação do Coeficiente de Correlação linear de Pearson (R), fez-se a seguinte verificação:

$$R = \frac{n \cdot \sum x \cdot y - (\sum x) \cdot (\sum y)}{\sqrt{[n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2] \cdot [n \cdot \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

$$R = \frac{60 * 170.392,38 - (1.830,00) * (4.953,47)}{\sqrt{[60 * 73.810,00 - (1.830,00)^2] \cdot [60 * 444.726,54 - (4.953,57)^2]}}$$

$$R = \frac{10.255.942,80 - (9.064.850,10)}{\sqrt{[1.079.700,00] * [2145736,65]}}$$

$$R = 0,76107411$$

Baseando-se nos indicadores da Tabela 1, o valor calculado de R encontrasse no intervalo de $0,5 \leq R < 0,8$, sendo classificado como Moderado Positivo. Admitindo-se apenas uma casa decimal, com o valor de R em 0,8, este passa a ser classificado como Forte Positivo. Todas as duas classificações indicadas para o valor de R, demonstram que há uma correlação considerável entre as variáveis verificadas, permitindo o prosseguimento da utilização da hipótese, tendo como próximo passa a Análise do Coeficiente de Determinação.

Tabela 4 - Coeficiente de Correlação Linear de Pearson

	Variável X Independente MESES	Variável Y Dependente RESÍDUOS COLETADOS	X . Y	X ²	Y ²
1ª	1	33,70	33,70	1	1135,69
2ª	2	44,01	88,03	4	1937,29
3ª	3	50,78	152,33	9	2578,30
4ª	4	33,87	135,46	16	1146,85
5ª	5	49,69	248,43	25	2468,70
6ª	6	38,46	230,73	36	1478,83
7ª	7	36,60	256,17	49	1339,19
8ª	8	36,02	288,17	64	1297,52
9ª	9	47,17	424,54	81	2225,10
10ª	10	42,16	421,63	100	1777,75
11ª	11	56,61	622,75	121	3205,12
12ª	12	43,54	522,44	144	1895,41
13ª	13	79,57	1034,41	169	6331,38
14ª	14	74,02	1036,28	196	5478,96
15ª	15	74,59	1118,85	225	5563,67
16ª	16	62,47	999,52	256	3902,50
17ª	17	65,043	1105,73	289	4230,59
18ª	18	60,99	1097,82	324	3719,78
19ª	19	75,34	1431,46	361	5676,12
20ª	20	73,24	1464,80	400	5364,10
21ª	21	83,47	1752,87	441	6967,24
22ª	22	79,6	1751,20	484	6336,16
23ª	23	93,17	2142,91	529	8680,65
24ª	24	102,28	2454,72	576	10461,20
25ª	25	96,72	2418,00	625	9354,76
26ª	26	102,99	2677,74	676	10606,94
27ª	27	99,72	2692,44	729	9944,08
28ª	28	93,52	2618,56	784	8745,99
29ª	29	92,30	2676,70	841	8519,29
30ª	30	96,49	2894,70	900	9310,32
31ª	31	96,18	2981,67	961	9251,17
32ª	32	109,50	3504,00	1024	11990,25
33ª	33	91,01	3003,30	1089	8282,64
34ª	34	84,59	2876,03	1156	7155,30
35ª	35	95,96	3358,60	1225	9208,32
36ª	36	106,92	3849,12	1296	11431,89
37ª	37	109,70	4058,75	1369	12033,21
38ª	38	81,22	3086,36	1444	6596,69
39ª	39	106,96	4171,44	1521	11440,44
40ª	40	94,64	3785,60	1600	8956,73
41ª	41	131,53	5392,65	1681	17299,61
42ª	42	104,16	4374,72	1764	10849,31
43ª	43	87,78	3774,54	1849	7705,33
44ª	44	99,53	4379,32	1936	9906,22
45ª	45	95,59	4301,55	2025	9137,45
46ª	46	108,14	4974,44	2116	11694,26
47ª	47	70,24	3301,28	2209	4933,66
48ª	48	83,28	3997,44	2304	6935,56
49ª	49	87,84	4304,16	2401	7715,87
50ª	50	78,91	3945,50	2500	6226,79
51ª	51	118,03	6019,53	2601	13931,08
52ª	52	100,68	5235,36	2704	10136,46
53ª	53	103,31	5475,43	2809	10672,96
54ª	54	94,39	5097,06	2916	8909,47
55ª	55	80,52	4428,60	3025	6483,47
56ª	56	83,64	4683,84	3136	6995,65
57ª	57	89,92	5125,44	3249	8085,61
58ª	58	126,77	7352,66	3364	16070,63
59ª	59	103,64	6114,70	3481	10741,04
60ª	60	110,77	6646,20	3600	12269,99
Σ	1.830,00	4.953,47	170.392,38	73.810,00	444.726,54

Fonte: Autores.

4.4.2 Coeficiente de Determinação

Partindo dos pressupostos relativos ao Coeficiente de Determinação apresentados anteriormente no Referencial Teórico, considera-se o uso do Coeficiente de Determinação para se quantificar a capacidade explicativa do modelo. Esse coeficiente é representado pelo quadrado do Coeficiente Linear de Pearson ou pela seguinte equação:

$$R^2 = \frac{(\sum_{i=1}^n (xi - \bar{x}) \cdot (yi - \bar{y}))^2}{\sum_{i=1}^n (xi - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (yi - \bar{y})^2}$$

Como já foi determinado o valor do Coeficiente Linear de Pearson, elevando o resultado ao quadrado, teremos o mesmo resultado esperado pela fórmula expressa anteriormente:

$$R^2 = (0,76107411)^2$$

$$R^2 = 0,5792338$$

Multiplicando-se o resultado por 100, tem-se o percentual de explicação da relação das variáveis:

$$R^2 = 0,5792338 \cong 0,6 * 100 = 60\%$$

Com o resultado do Coeficiente de Determinação constatou-se uma força de relação explicativa das variáveis de 60%, os demais fatores não foram considerados nessa hipótese.

4.4.3 Diagrama de Dispersão e Regressão Linear

O gráfico de uma correlação linear aproxima-se do formato de uma linha, representada pelo gráfico cartesiano de Diagrama de Dispersão. Para melhor avaliação dessa correlação obteve-se a equação da reta, chamada de reta de regressão representada pela equação de regressão. A equação de regressão foi determinada pela expressão:

$$Y' = ax + b \quad (3)$$

Como a e b são parâmetros da equação da reta, foram determinados por meio da seguinte equação:

$$a = \frac{n \cdot \sum x \cdot y - (\sum x) \cdot (\sum y)}{[n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2]} \quad (4)$$

$$b = \bar{y} - a\bar{x} \quad (5)$$

Baseando-se nos valores já propostos anteriormente pela Tabela 05, fez-se os seguintes cálculos para a determinação da variável a:

$$a = \frac{(60 * 170.392,38) - (1.830,00 * 4.955,47)}{[100 * 73.810,00 - 1.830,00^2]}$$

$$a = \frac{10.223.542,80 - 9.064.850,10}{1.079.700,00}$$

$$a = \frac{(60 * 170.392,38) - (1.830,00 * 4.955,47)}{[100 * 73.810,00 - 1.830,00^2]}$$

Considerando-se os valores das médias das somatórias das variáveis X e Y na Tabela 05, determinou-se o valor de b:

$$b = \bar{y} - a\bar{x}$$

$$b = 82,51 - 1.0732 * 30,50$$

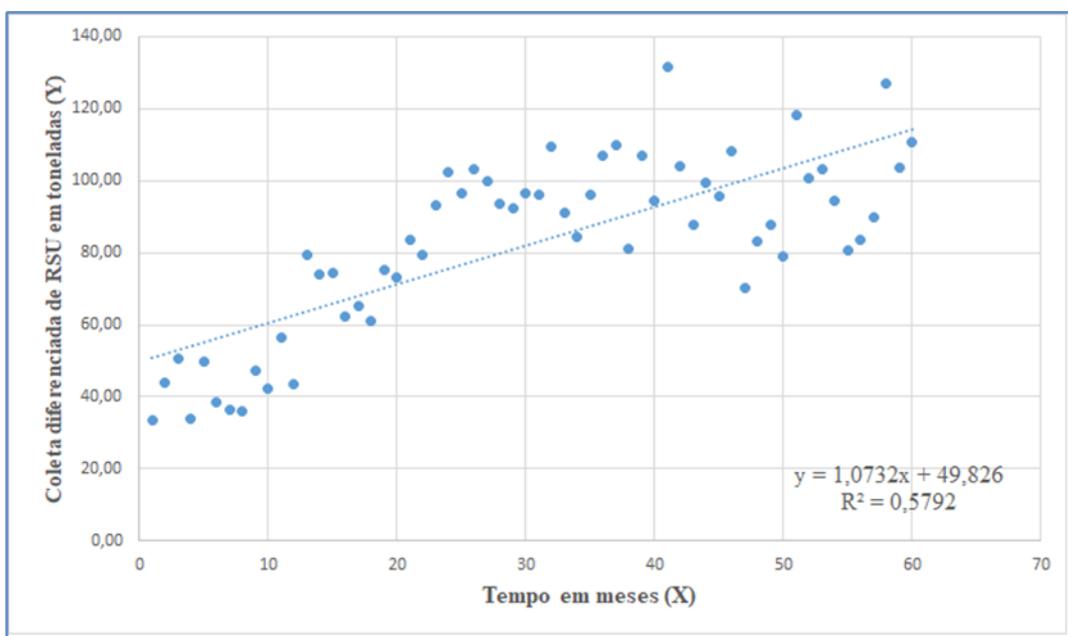
$$b = 49,82$$

Dessa forma, obteve-se a seguinte equação de regressão, sendo este o modelo de proposta para a determinação dos quantitativos de predição dos resíduos de coleta diferenciada futuros:

$$Y' = 1.0732x + 49,82$$

Baseando-se nos dados dos registros da coleta seletiva e com o uso dos recursos avançados do Microsoft Office Excel, fez-se a plotagem do Gráfico de Dispersão para a verificação da regressão linear simples e a representação da suposta tendência linear por meio da equação de regressão, conforme o Gráfico 2.

Gráfico 2 - Gráfico de Dispersão com Linha de Tendência



Fonte: Autores.

Utilizando-se da equação definida a partir da linha de tendência gerada pelo gráfico de dispersão do Excel, que corroborou com a equação já demonstrada, pode-se determinar os supostos valores dos quantitativos de RSU diferenciados gerados para os anos estabelecidos dentro das metas do plano de horizonte do PLANARES e do PMGIRS.

4.5 OS QUANTITATIVOS PROPOSTOS POR MEIO DA MODELAGEM

Fazendo-se uso da equação estabelecida e considerando-se os anos de 2019, 2023, 2027 e 2031, sendo estes propostos pelo PLANARES com seus indicadores de redução de resíduos sólidos urbanos que deverão ser coletados de forma diferenciada por meio do sistema de coleta seletiva implantada nas capitais e municípios, com a finalidade de se reduzir a destinação desses resíduos aos aterros sanitários e destiná-los aos programas que favoreçam as cooperativas e associações de catadores legalmente instituídas, foi proposta por meio da Tabela 5 a quantificação desses resíduos. Com a utilização da equação de regressão determinada e com o auxílio de um indicador de referência, equivalente a variável independente X representando o tempo em meses consecutivos, fez-se por meio da soma das supostas produções mensais, a indicação da produção de resíduos coletados por meio do programa de coleta seletiva durante os anos de interesse desse estudo.

Tabela 5 - Previsão de produção de resíduos da coleta diferenciada

Meses	2019		2023		2027		2031	
	Indicador de referência	RSU diferenciado estimado						
Janeiro	61	115,29	109	166,80	157	218,32	205	269,83
Fevereiro	62	116,36	110	167,88	158	219,39	206	270,91
Março	63	117,44	111	168,95	159	220,46	207	271,98
Abril	64	118,51	112	170,02	160	221,54	208	273,05
Mai	65	119,58	113	171,10	161	222,61	209	274,12
Junho	66	120,66	114	172,17	162	223,68	210	275,20
Julho	67	121,73	115	173,24	163	224,76	211	276,27
Agosto	68	122,80	116	174,32	164	225,83	212	277,34
Setembro	69	123,88	117	175,39	165	226,90	213	278,42
Outubro	70	124,95	118	176,46	166	227,98	214	279,49
Novembro	71	126,02	119	177,54	167	229,05	215	280,56
Dezembro	72	127,10	120	178,61	168	230,12	216	281,64
Total anual (TN):	1.454,33		2.072,49		2.690,65		3.308,82	

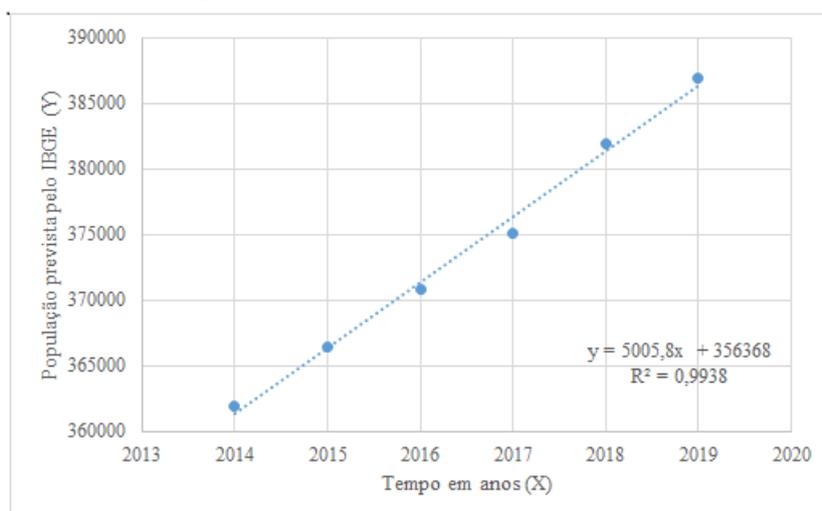
Fonte: Autores.

4.6 VERIFICAÇÃO DAS METAS DE REDUÇÃO

Para se verificar se os quantitativos dos resíduos gerados propostos alcançaram os índices mínimos estabelecidos, fez-se necessária também, a previsão de produção dos resíduos sólidos domiciliares totais para os períodos correspondentes à verificação.

Para o cálculo dos resíduos domiciliares totais estimados, utilizou-se como referência a produção per capita diária de resíduos sólidos estipulada pelo SNS (2017) em 0,95 kg/hab./dia. Para o cálculo da população estimada, optou-se pela utilização do mesmo método de regressão linear. Baseando-se nas estimativas do IBGE (2019) dos anos de 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 e 2019 com seus valores respectivos em 361.991, 366.491, 370.871, 375.142, 381.900 e 386.932 habitantes para cidade de Anápolis-GO, com o uso dos recursos avançados da ferramenta Excel, definiu-se a nova equação de regressão, conforme demonstra o Gráfico 06, tendo-se como resultados o Coeficiente de Correlação Linear de Pearson $R = 0,9968$, o Coeficiente de Determinação $R^2 = 0,9938$, corroborando os valores para a validação da equação $Y' = 5005,8x + 356368$, como indica o Gráfico 3.

Gráfico 3 - Diagrama de Dispersão para estimativa populacional



Fonte: Autores.

Fazendo-se uso da equação de regressão definida, obteve-se os prováveis valores das populações estimadas para os anos de 2019, 2023, 2027 e 2031 substituindo-se o valor do X na equação pelo índice do ano correspondente, conforme Tabela 6.

Tabela 6 - Estimativas populacionais para a cidade de Anápolis-GO

ESTIMATIVAS	ÍNDICE CORR. ANO	ANO	POPULAÇÃO ESTIMADA
Estimativas IBGE	1º	2014	361.991
	2º	2015	366.491
	3º	2016	370.871
	4º	2017	375.142
	5º	2018	381.900
	6º	2019	386.932
Estimativas	10º	2023	406.426
Equação de	14º	2027	426.449
Regressão	18º	2031	446.472

Fonte: Autores.

Para os cálculos dos resíduos sólidos urbanos totais estimados para os respectivos anos, multiplicou-se o valor dos resíduos sólidos produzidos anualmente (0,95 kg/hab./dia x 30 x 12) pelo número de habitantes estimado para o referido ano. Fez-se os cálculos dos percentuais de redução de recicláveis no aterro e dos percentuais de resíduos sólidos urbanos que devem ser coletados de forma diferenciada, conforme os percentuais indicados na Tabela 02. Por fim comparou-se os valores dos percentuais dos resíduos coletados de forma diferenciada indicados pela Tabela 08, com os percentuais mínimos exigidos, identificando-se dessa forma, em quais casos as metas mínimas de coleta dos resíduos diferenciados seriam alcançadas. A Tabela 7 resume todos os resultados.

Tabela 7 - Quadro de Resumo dos Resultados

DADOS	2019	2023	2027	2031
POPULAÇÃO ESTIMADA	386.932,00	406.426,00	426.449,20	446.472,40
RSU ESTIMADO PARA O ANO	132.330,74	138.997,69	145.845,63	152.693,56
PERCENTUAIS DE REDUÇÃO PARA DISPOSIÇÃO	15%	18%	21%	25%
QUANTITATIVOS REDUZIDOS EM ATERRO	19.849,61	25.019,58	30.627,58	38.173,39
RSU DIFERENCIADO COLETADO (TABELA 08)	1.454,33	2.072,49	2.690,65	3.308,82
PERCENTUAIS MÍNIMOS EXIGIDOS DE REDUÇÃO	6,40%	7,70%	9,00%	10,70%
META DA COLETA DIFERENCIADA	1.270,38	1.926,51	2.756,48	4.084,55
PERCENTUAIS ALÇANÇADOS	7,33%	8,28%	8,79%	8,67%

Fonte: Autores.

Como demonstrado, observa-se que conforme os indicadores apresentados na Tabela 7, as metas de redução de resíduos coletados por meio da coleta de resíduos sólidos urbanos diferenciada no município de Anápolis serão atingidas à médio prazo, porém as metas finais de longo prazo estarão comprometidas em sua redução para os anos de 2027 e 2031.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso das ferramentas de estatística revela-se como um grande aliado para o norteamento de tomadas de decisões, auxiliam na redução dos equívocos e dão mais credibilidade para a apresentação de propostas previsíveis.

Diante de proposta deste trabalho, por meio da metodologia estatística de regressão linear, observou-se que existe um programa de coleta seletivo implantado no município de Anápolis que atualmente atende às demandas de coleta de resíduos sólidos diferenciados, conforme as metas estabelecidas para a redução dos percentuais de entrada de materiais com potencial reciclável no aterro municipal, porém as metas de longo prazo, correspondentes aos próximos 12 anos serão comprometidas se o modelo adotado permanecer para este período. Conforme instruções do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, os municípios que não atenderem às metas mínimas exigidas para curto, médio e longo prazo, poderão ter os acessos aos recursos fornecidos pela União para os serviços de limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e gestão de resíduos sólidos, condicionados ao cumprimento dessas metas. Este trabalho serve como instrumento de alerta os interessados da administração municipal bem como ao setor privado, antecipando uma possível crise de gestão de resíduos sólidos. Não é interesse desse trabalho propor soluções práticas para resolução de problemas previsíveis, antes, cumpre com a proposta de gerar indicadores de tomadas de decisão por meio de métodos estatísticos.

Garantir que as metas estipuladas de redução de resíduos encaminhados ao aterro sanitário sejam cumpridas, também garantem que os quantitativos dos materiais recicláveis destinados as cooperativas se elevem, pois se tratam de grandezas inversamente proporcionais, deixam de ser descartados de forma incorreta e passam a ser incluídos nos índices de rejeitos reaproveitáveis.

REFERÊNCIAS

ANÁPOLIS, Prefeitura Municipal. **Concorrência Pública nº. 006/2013** (Republicação). Disponível em: <<http://transparencia.anapolis.go.gov.br/transparencia/licitacao.jsf>>.

ANÁPOLIS, Prefeitura Municipal. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos** (Republicação). Disponível em: <http://www.anapolis.go.gov.br/portal/secretarias/meio-ambiente/pagina/plano-municipal-de-residuos-solidos/>.

BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 02 de agosto de 2010. Dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. Publicada no Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 03 ago. 2010. 2010a. Disponível em: Disponível em: < <http://www.planalto.gov.br> >

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – **SNS Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos** – 2017. Brasília: MDR.SNS, 2019.

CORREA SMBB. **Probabilidade e estatística**. 2.ed. Belo Horizonte: PUC Minas Virtual, 2006 MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Plano Nacional de Resíduos Sólidos. 2012. Disponível https://www.mma.gov.br/estruturas/253/publicacao/253_publicacao02022012041757.pdf. 102 p.

FIGUEIREDO FILHO, D.B.; SILVA JÚNIOR, J.A. (2009) **Desvendando os mistérios do coeficiente de correlação de Pearson (r)**. Revista Política Hoje, v. 18, n. 1, p. 115-46. Disponível em: <<http://www.ufpe.br/politica/hoje/index.php/politica/article/view/6/6>>.

FIGUEIREDO, Paulo Jorge Moraes. A sociedade do lixo. **Os resíduos a questão energética e a crise ambiental**; prefácio de A. Oswaldo Sevá Filho. 2ª ed. Piracicaba: Editora Unimep, 1995.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades –Censo Demográfico 2002**. São Paulo. Fundação Instituto de Geografia e Estatística, Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>.

LIRA, S. A. **Análise de correlação: Abordagem teórica e de construção dos coeficientes com aplicações**. Paraná: Universidade Federal do Paraná, 2004.

MAROCO, J.; **Análise Estatística – Com utilização do SPSS**, 2ª edição; Edições Sílabo; 2003.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. 2012. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/253/_publicacao/253_publicacao02022012041757.pdf.

REIS, Marcelo Meneses. **INE 7001 Análise de Séries Temporais**. Universidade Federal de Santa Catarina. 2018. Disponível em < <http://www.inf.ufsc.br/~marcelo.menezes.reis/Cap4.pdf>

RODRIGUES, S.C.A. **Modelo de Regressão Linear e suas Aplicações**. Dissertação de Mestrado em Estatística. Universidade da Beira Interior – Covilhã. 2012.

SANTOS, C. M. A.; **Estatística Descritiva** – Manual de auto-aprendizagem; Edições Sílabo; 2007.

SCHULTZ, Duane P.; SCHULTZ, Sydney Ellen. **História da psicologia moderna**. 16. ed. São Paulo: Cultrix, 1992. 439 p.

SIEGEL, Sidney. **Estatística não-paramétrica: para as ciências do comportamento**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 350 p.