

O uso do método de regressão múltipla na identificação de fatores que influenciam o tempo requerimento de um licenciamento ambiental

Eduardo da Silva Fernandes (UFRGS) edu.silva.fernandes@gmail.com

Rafael Volquind (UFRGS) rvolquind@gmail.com

Guilherme Brittes Benitez (UFRGS) guilherme.benitez@hotmail.com

Daisy Valle Enrique (UFRGS) dvallee910630@gmail.com

Wagner Pietrobelli Bueno (UFRGS) wbpietro@outlook.com

Resumo

O bom atendimento ao cidadão deve ser uma das diretrizes fundamentais de qualquer órgão público. O licenciamento ambiental no estado do Rio Grande do Sul recebe mensalmente mais de 500 pedidos de licenças ambientais, que são processados conjuntamente com outros 5000 pedidos acumulados. Mudanças implementadas pelo órgão responsável levaram a melhorias nos tempos relacionados aos pedidos de licenciamento. Este trabalho tem por objetivo utilizar o método da regressão múltipla na identificação de fatores que influenciam no tempo de espera e de formação de um requerimento de licenciamento ambiental. Para isso, foi utilizada uma base de dados fornecida pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental, FEPAM. Foram analisados quatro fatores controláveis e duas variáveis de resposta. Os resultados apontam que variáveis de entrada supostamente significativas podem não apresentar efeito relevante. Através deste estudo também são propostas melhorias que aperfeiçoam o tempo de requerimento de uma licença ambiental.

Palavras chave: Regressão múltipla, Licenciamento ambiental, Otimização.

Abstract

Good citizen service should be one of the fundamental guidelines of any public body. Environmental licensing in the state of Rio Grande do Sul receives monthly more than 500 environmental license applications, which are processed together with another 5,000 applications accumulated. Changes implemented by the responsible agency led to improvements related to time in licensing applications. This work aims to use the multiple regression method in the identification of factors that influence the waiting time and the formation of an environmental licensing requirement. For this, a database was provided by the State Foundation for Environmental Protection, FEPAM. Four controllable factors and two response variables were analyzed. The results point out that supposedly significant input variables may not have a relevant effect. This study also proposes improvements to the time required to apply for an environmental license.

Key-words: Multiple regression, Environmental licensing, Optimization.

1. Introdução

A modernização de um órgão público é sempre difícil, seja pela pouca oportunidade de disponibilidade financeira frente a outras demandas, seja pela vontade política de seus gestores em qualificá-lo (CORREA, 2007). Em geral, no entanto, o parco planejamento estratégico corriqueiro a este tipo de instituição torna qualquer mudança um imenso desafio. Quando a modernização vai além de atualização de infraestrutura e começa a envolver mudanças de paradigma, os riscos devem ser minimizados, para que o investimento efetuado dê o maior retorno possível, não propriamente financeiro (ARAUJO-SILVA e GONÇALVES, 2011).

A evolução da demanda pelo licenciamento teve uma evolução exponencial em um curto espaço de tempo (Figura 1), notavelmente entre os anos de 2000 e 2003, resultando em

acúmulo de solicitações e adaptações mal pensadas no dia-a-dia da instituição na ânsia de atendê-lo. Tais adaptações – relotação de servidores de outros setores e ramos para trabalharem com licenciamento ambiental, ajustes em sistemas de informática, concursos públicos para contratação de mais servidores – jamais resolveram o problema do aumento substancial da demanda. Apenas quando se optou por novos paradigmas e por alterar as formas de trabalhar o licenciamento ambiental é que começaram evoluções significativas na redução da demanda reprimida e também nos tempos de avaliação de cada solicitação.

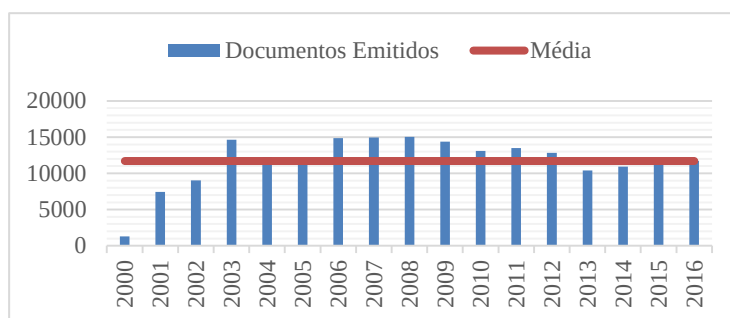


Figura 1 – Evolução da emissão de documentos de Licenciamento Ambiental no RS, através da FEPAM

Preocupados com o tempo de formação de um processo, que passou a ter grande parcela vinculada ao solicitante, a FEPAM resolveu avaliar seu desempenho no atendimento às demandas dos requerentes, bem como compreender quais fatores afetam este tempo de formação, já que é de interesse de todos, órgão ambiental e empreendedores, a redução segura e responsável de todos os prazos envolvidos. Além do tempo de formação de um processo, que é o tempo total dispendido entre a formalização da solicitação e a formação do processo, também foi avaliado o tempo de espera do requerente, cada vez que este encaminha um pedido ou uma complementação para a FEPAM avaliar e poder, a partir de sua aprovação, formar um processo administrativo que será avaliado pela área técnica.

Este artigo está estruturado em mais cinco capítulos, além da introdução. No segundo capítulo são apresentadas as hipóteses deste estudo. O capítulo 3 apresenta uma fundamentação teórica sobre os assuntos abordados neste trabalho. O capítulo 4 apresenta os procedimentos metodológicos empregados para realização do trabalho. No quinto capítulo é apresentada a modelagem matemática do problema em questão. Já no sexto capítulo é apresentada a análise dos resultados obtidos e no capítulo final é apresentada a conclusão geral do artigo.

2. Fundamentação teórica

2.1 Licenciamento ambiental

O licenciamento ambiental é o processo administrativo pelo qual um órgão ambiental competente licencia a implantação, ampliação e operação de empreendimentos causadores de degradação ambiental (ARAÚJO, 2002). No Brasil, o licenciamento ambiental foi estabelecido no ano de 1981 através da Política Nacional de Meio Ambiente (RODRIGUES, 2010).

No estado do Rio Grande do Sul, o licenciamento ambiental é efetuado pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental, FEPAM, órgão da administração indireta, vinculado à Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, SEMA (BALDISSEROTTO, 2008). A Política Nacional do Meio Ambiente também explicita os três tipos de licença ambiental, abaixo citadas:

- a) Licença Prévia: Concedida na fase preliminar do empreendimento, contendo os requisitos básicos que devem ser atendidos nas fases de licalização, instalação e operação;
- b) Licença de Instalação: Concedida quando o projeto executivo é aprovado, autorizando a implantação do empreendimento; e
- c) Licença de Operação: Concedida após a verificação da conformidade entre o que foi instalado e o que estava previsto da licença prévia. Esta licença autoriza a operação do empreendimento (ARAÚJO, 2002).

2.2 Regressão múltipla

A regressão múltipla é uma técnica de dependência utilizada para relacionar uma variável dependente a diversas variáveis independentes (GUJARATI, 2000), sendo que todas estas variáveis são métricas, ou seja, quantitativas (HAIR JUNIOR et al., 2009). A relação entre a variável dependente e as independentes é dada pelo modelo de regressão múltipla, que tem o formato da equação (1):

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \varepsilon \quad (1)$$

Sendo $\beta_0, \beta_1 \dots \beta_n$ os parâmetros de regressão, $x_1, x_2 \dots x_n$ as variáveis independentes, y a variável dependente e ε é o resíduo ou erro de regressão. O resíduo para cada observação é dado diferença entre o valor estimado pelo modelo de regressão e o valor real observado, como mostra a equação (2) (WOOLDRIDGE, 2000).

$$R_i = y_{medido} - y_{estimado} \quad (2)$$

O coeficiente de determinação R^2 é uma medida da proporção da variância da variável dependente em torno da sua média que é explicada pelas variáveis independentes (HAIR JUNIOR et al., 2009). O coeficiente de determinação varia entre 0 e 1, sendo que quanto mais perto de 1, melhor é o ajuste. No geral, para valores de R^2 acima de 0,6 pode-se dizer que o ajuste é de boa qualidade (BRUNI e FAMÁ, 2004).

O teste de hipóteses para significância de regressão determina se existe uma relação linear entre a variável dependente e as variáveis independentes. As hipóteses são:

$$\begin{aligned} H_0: \beta_0 = \beta_1 = \dots = \beta_k = 0 \\ H_1: \beta_j \neq 0, \text{ para pelo menos um } j \end{aligned} \quad (3)$$

A rejeição de H_0 implica que pelo menos uma das variáveis independentes são significativas para o modelo de regressão. Pode-se rejeitar H_0 quando o p-valor for inferior a 0,05 (MONTGOMERY, 2009).

3. Procedimentos Metodológicos

3.1 Delimitação da amostra de dados

Desde a implantação do sistema até a data de obtenção dos dados (07/06/2017), 867 processos foram gerados. Para reduzir esta grande quantidade e também para uniformizar a regressão, optou-se por avaliar apenas uma atividade, Depósito de Agrotóxicos, e em apenas uma fase de licenciamento, Renovação de Licença de Operação. Com esta seleção, a amostra teve 47 elementos uniformizados, otimizando a avaliação.

3.2 Definição das Características de Qualidade e Variável de Resposta

O objetivo do presente estudo é avaliar quais fatores mais influenciaram na redução das variáveis de resposta. Segundo a instituição, são Características de Qualidade o menor tempo de espera para avaliação individual de uma solicitação ou de um reenvio de documentos e o menor tempo para formação de um processo a partir da formalização de uma solicitação.

As Variáveis de Resposta, portanto, são: Tempo de Espera (TE), medido em dias, que é o tempo entre o envio de uma solicitação ou reenvio de documentação complementar e o início de sua avaliação por parte da FEPAM; e Tempo de Formação do Processo (TFP), medido em dias, que é o tempo total transcorrido entre a formalização da solicitação e a conclusão de todas as avaliações, resultando na geração de um processo administrativo.

Ambas variáveis de resposta são definidas como de tipo Menor-é-melhor, ou seja, buscar-se-á o menor valor possível. Portanto, nos dois casos serão estabelecidos limites superiores de valores alvos (LSE), os quais espera-se não serem ultrapassados. A Tabela 1 apresenta as Variáveis de Resposta elencadas, seu tipo, valor alvo e especificações. Por ser um projeto de regressão e pela independência entre as duas variáveis, apesar de o TE fazer parte do TFP, não foi atribuída importância relativa a elas.

Variáveis de Resposta	Tipo (maior, menor ou nominal)	Alvo (unidade)	Especificações	
			Min	Max
y_1 : TE – Tempo de Espera	Menor	Dia	-	1
y_2 : TFP – Tempo de Formação do Processo	Menor	Dia	-	7

Tabela 1 - Descrição das variáveis de resposta

3.3 Definição dos parâmetros de processo

Identificadas as variáveis de resposta, é fundamental definir as variáveis de entrada, para que possa haver a adequada avaliação dos resultados. A diretoria da instituição e setores com atribuição de avaliação dos documentos encaminhados pelos requerentes e também pela formação dos processos administrativos elencou fatores que poderiam influenciar no processo e nas variáveis de resposta. A Tabela 2 apresenta os possíveis fatores que possam influenciar os resultados do experimento.

Parâmetro do processo/produto/serviço
x_1 : incidência de devoluções nas solicitações
x_2 : priorização da análise dos reenvios em relação a novas solicitações
x_3 : quantidade de pessoas envolvidas na avaliação
x_4 : capacitação dos envolvidos na avaliação
x_5 : volume diário de solicitações e reenvios
x_6 : orientação ao requerente da especificação das informações a serem prestadas
x_7 : ausências do posto de trabalho devido a outras demandas
x_8 : tempo de resposta a rejeições

Tabela 2 - Lista dos parâmetros de processo

3.4 Definição dos fatores controláveis

Fatores controláveis são aqueles que são alterados no experimento e neste caso são apresentados na Tabela 3. Cada fator controlável traz uma definição de intervalos contendo limites mínimo e máximo para a investigação. Para este estudo foram elencados quatro fatores controláveis, sendo dois quantitativos e dois qualitativos, a seguir:

- Quantidade de rejeições de documentos após avaliação (x_1), exigindo do requerente o reenvio de informações, medida em quantidade de rejeições;
- Estabelecimento de procedimento de priorização de atendimento das solicitações (x_2), fazendo com que sejam avaliados primeiro os reenvios, dando preferência às solicitações mais antigas, divididos em período onde não havia priorização e o período a partir do qual foi implementada. Esta alteração foi implantada em 03/05/2011. Esta variável é dicotômica, ou seja, analisa-se sua ocorrência (+1) ou não ocorrência (-1);
- Tamanho da equipe (x_3), traduzindo a quantidade de pessoas com atribuição de avaliar os documentos, variando entre 3 funcionários (início do Sistema) e 8 pessoas (composição atual), incluindo informações de ausências por afastamentos e férias. O levantamento da equipe foi realizado para cada período de duas semanas e quantificado na quantidade de pessoas que compõem a equipe (Tabela 4); e

Mês	Equipe média mensal* (pessoas)
Fevereiro 1ª quinzena	4
Fevereiro 2ª quinzena	4
Março 1ª quinzena	3
Março 2ª quinzena	7,5
Abril 1ª quinzena	7,5
Abril 2ª quinzena	7,5
Maio 1ª quinzena	7,5
Maio 2ª quinzena	7,5
Junho 1ª quinzena	7,5
Junho 2ª quinzena	7,5

* OBS: equipe medida em valores médios, podendo resultar em valores fracionados

Tabela 3 – Dimensionamento da equipe responsável pela análise

- Capacitação da equipe de análise (x_4), para melhoria do atendimento, dividido entre período anterior à realização da capacitação e posterior. Evento de capacitação ocorrido em 29/03/2017. Esta variável também é dicotômica, sendo analisado se houve (+1) ou não houve (-1) capacitação.

Fatores controláveis	Intervalo		Pesquisa
	MIN		MAX
x_1 : quantidade de rejeições de documentos	0		6
x_2 : priorização da análise dos reenvios em relação a novas solicitações	Não implantada (-1)		Implantada (+1)

x_3 : pessoas envolvidas na avaliação	3	8
x_4 : capacitação dos envolvidos na avaliação	Não há capacitação (-1)	Há capacitação (+1)

Tabela 4 - Definição dos fatores controláveis no experimento e respectivos intervalos de pesquisa

3.5 Definição dos fatores de ruído

Fatores de ruído são aqueles fatores que não podem ser controlados durante a execução do experimento, logo são responsáveis pelo ruído ou erro experimental. No presente caso foram identificados os fatores de ruído apresentados na Tabela 5, com sua devida explicação.

Fatores de ruído	Influência
x_5 : variação do volume diário de solicitações e reenvios	A quantidade de solicitações e reenvios para serem avaliadas em cada dia podem influenciar nos tempos de atendimento. Como são oriundas de demandas de requerentes, não há como limitar sua entrada no sistema. Grandes variações podem aumentar os tempos representados pela variáveis de resposta.
x_6 : orientação ao requerente da especificação das informações a serem prestadas	Orientações efetuadas aos requerentes sobre como utilizar o sistema, além de prática dos mesmos à medida que adquirem experiência de uso.
x_7 : atendimento telefônico, presencial em balcão, outros deslocamentos do posto de trabalho	Movimentação dos funcionários pela avaliação dos documentos para realização de outras atividades reduz o tempo de contato com as solicitações, podendo influenciar nos tempos, aumentando-os.
x_8 : Tempo de resposta à rejeição	Tempo gasto pelo requerente para reformulação de informações ou obtenção de novos documentos. Tempo não controlável pela instituição.

Tabela 5- Lista dos fatores de ruído experimento

3.6 Matriz experimental

A Tabela 6 apresenta a matriz experimental contendo os valores dos quatro fatores controláveis e as duas variáveis de resposta.

x_1	x_2	x_3	x_4	y_1	y_2
1	-1	4	-1	5,45	12,36
0	-1	4	-1	2,44	8,26
1	-1	4	-1	1,15	14,40
1	-1	4	-1	5,23	18,28
6	-1	4	-1	4,13	53,16
1	-1	3	-1	2,18	26,00
3	-1	3	-1	7,28	39,47
3	-1	3	-1	7,36	50,51
3	-1	3	1	0,45	33,21
2	-1	3	-1	5,41	32,47
1	-1	3	-1	5,48	14,35

1	-1	3	-1	5,47	19,36
0	-1	3	-1	6,17	6,23
1	-1	3	1	2,17	8,18
3	-1	3	-1	6,27	67,25
1	-1	3	-1	6,43	15,48
3	-1	3	-1	6,22	28,44
2	-1	3	-1	6,14	23,52
1	-1	8	-1	6,22	34,39
2	-1	8	-1	6,35	27,18
1	1	8	1	0,51	4,46
0	-1	8	1	4,22	4,23
0	-1	8	1	0,26	2,28
1	-1	8	1	1,34	6,52
1	-1	8	1	0,28	7,39
2	1	8	1	0,23	6,16
2	1	8	1	0,28	6,44
4	-1	8	1	0,20	7,51
2	1	8	1	0,15	6,48
0	-1	8	1	0,21	0,36
1	-1	8	1	0,28	8,17
0	-1	8	1	0,29	0,38
2	1	8	1	0,20	10,38
1	-1	8	1	0,19	1,28
1	1	8	1	0,16	29,27
2	-1	8	1	0,17	11,30
1	1	8	1	0,20	4,19
0	1	8	1	0,21	0,25
1	1	8	1	0,17	0,39
0	1	8	1	0,39	0,42
2	1	8	1	0,16	1,45
1	1	8	1	0,23	1,21
0	1	8	1	0,28	0,51
1	1	8	1	0,24	24,49
0	1	8	1	0,15	0,18
1	1	8	1	0,44	4,17
0	1	8	1	0,25	0,53

Tabela 6- Definição da matriz experimental

4. Modelagem Matemática

Com a finalidade de encontrar um modelo matemático que relacione as variáveis de resposta com os fatores controláveis, foi utilizada a técnica de regressão múltipla, já que mais de um fator controlável precisa ser analisado.

Para a variável de resposta y_1 foram excluídos alguns dados atípicos, restando 37 pontos para análise. Como as variáveis x_2 e x_4 possuem codificação dicotômica (-1 ou 1), logo as variáveis x_1 e x_3 também precisaram ser codificadas.

Os dados foram inseridos no *software* Minitab 16 com a finalidade de encontrar o modelo de regressão. O Minitab gerou primeiramente uma tabela ANOVA onde foi possível analisar quais fatores e interações que são significativos. A tabela ANOVA é apresentada na Tabela 7.

	SQ	GDL	MQ	F	p
x_1	0,698	1	0,698	4,906854	0,03511
x_2	0,127	1	0,127	0,892794	0,351924
x_3	3,192	1	3,192	22,43937	0,000057
x_4	11,034	1	11,034	77,56766	0
$x_1 \cdot x_2$	0,034	1	0,034	0,239016	0,631182
$x_1 \cdot x_3$	3,127	1	3,127	21,98243	0,000065
$x_1 \cdot x_4$	3,343	1	3,343	23,50088	0,000042
$x_1 \cdot x_1$	0,288	1	0,288	2,024605	0,165642
$x_3 \cdot x_3$	0,41	1	0,41	2,88225	0,100654
Erro	3,983	28	0,14225	-	-
Total	26,236	37	-	-	-

Tabela 7 – Análise de variância para a variável y_1

Na Tabela 7, *SQ* representa a variabilidade, *GDL* os graus de liberdade, *MQ* a média quadrática, *F* é dado pelo quociente entre a média quadrática da variável e do erro e *p* é um valor que indica se há significância na variável. Se o valor de *p* for inferior a 0,05, o fator pode ser considerado significativo. Sendo assim, pode-se perceber através da Tabela 7 que as variáveis x_1 , x_3 e x_4 e as interações entre x_1 e x_3 e entre x_1 e x_4 são significativas.

Os dados foram novamente inseridos no Minitab, porém desta vez somente os fatores e interações significativas foram analisadas. A tabela ANOVA contendo somente os fatores significativos é apresentada na Tabela 8.

	SQ	GDL	MQ	F	p
x_1	0,789	1	0,789	5,18759	0
x_3	6,515	1	6,515	42,83542	0,029615
x_4	20,069	1	20,069	131,9515	0
$x_1 \cdot x_3$	7,085	1	7,085	46,58311	0
$x_1 \cdot x_4$	7,825	1	7,825	51,44853	0
Erro	4,867	32	0,152094	-	-

Total	47,15	37	-	-	-
-------	-------	----	---	---	---

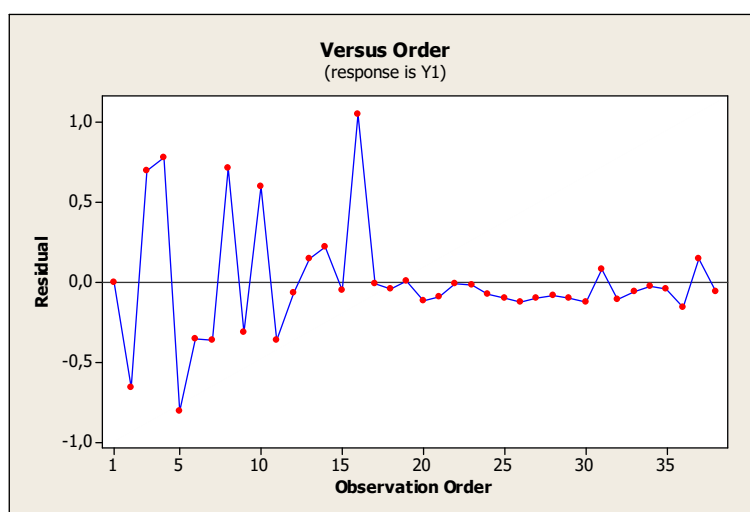
Tabela 8 – Análise de variância com fatores significativos para a variável y_1

A equação de regressão foi dada por (1):

$$y_1 = 3,15125 + 0,26676x_1 + 3,57858x_3 - 6,45065x_4 + 10,3739x_1x_3 - 10,6707x_1x_4 \quad (1)$$

O valor calculado do coeficiente de determinação R^2 foi de 0,9829, ou seja, 98,29% da variabilidade deste fenômeno podem ser explicados pelo modelo de regressão expresso em (1). Como o valor de R^2 foi alto, conclui-se que a equação de regressão se ajusta bem aos dados observados.

Outra forma de comprovar o modelo de regressão é através do cálculo dos resíduos, dado pela diferença entre a variável de resposta observada e estimada pelo modelo. O gráfico dos resíduos em função da observação é apresentado na Figura 3.


Figura 3 – Resíduos da variável y_1

Percebe-se a partir do gráfico da Figura 3 que os resíduos têm um baixo valor (inferior a 1,0), afirmando então que o valor estimado pela equação de regressão está próximo do valor observado. Para a variável y_2 alguns dados atípicos foram excluídos restando assim 36 pontos. Os dados foram inseridos no software Minitab com a finalidade de encontrar a o modelo de regressão. A Tabela ANOVA utilizada para verificar os fatores significativos é apresentada na Tabela 9.

Variável	SQ	GDL	MQ	F	p
x_1	126,32	1	126,32	19,57983	0,000153
x_2	1,17	1	1,17	0,181352	0,674033
x_3	121,9	1	121,9	18,89472	0,000188
x_4	86,78	1	86,78	13,45106	0,001106
$x_1 \cdot x_2$	0,52	1	0,52	0,080601	0,779314
$x_1 \cdot x_3$	18,93	1	18,93	2,934184	0,098655
$x_1 \cdot x_4$	1,57	1	1,57	0,243353	0,62581
$x_1 \cdot x_1$	8,26	1	8,26	1,280315	0,268054

$x_3 \cdot x_3$	21,77	1	21,77	3,374389	0,077708
$x_3 \cdot x_4$	7,17	1	7,17	1,111363	0,301399
Erro	167,74	26	6,451538		
Total	562,13	36			

Tabela 9 – Análise de variância para a variável y_2

Percebe-se que as variáveis x_1 , x_3 e x_4 são significativas e que nenhuma interação é significativa. A Tabela ANOVA contendo apenas os fatores significativos é apresentada na Tabela 10.

Variável	SQ	GDL	MQ	F	p
x_1	1993,96	1	1993,96	69,97913	0
x_3	134,77	1	134,77	4,729828	0,036912
x_4	109,19	1	109,19	3,832084	0,058779
Erro	940,29	33	28,49364		
Total	3178,21	36			

Tabela 10 – Análise de variância com fatores significativos para a variável y_2

Percebe-se agora que a variável x_4 não é significativa. Esta variável foi excluída do modelo. A Tabela ANOVA contendo apenas as variáveis significativas x_1 e x_3 é apresentada na Tabela 11.

Variável	SQ	GDL	MQ	F	p
x_1	1987,43	1	1987,43	64,38676	0
x_3	1504,52	1	1504,52	48,74193	0
Erro	1049,48	34	30,86706		
Total	4541,43	36			

Tabela 11 – Análise de variância com fatores significativos para a variável y_2

A equação de regressão foi dada por (2):

$$y_2 = 23,9742 + 17,8894x_1 - 7,61779x_3 \quad (2)$$

O valor do coeficiente de determinação R^2 foi de 0,8104, ou seja, 81,04% da variabilidade do fenômeno é explicado pelo modelo de regressão expresso em (2). O valor de R^2 ainda é considerado alto, porém inferior se comparado com a variável y_1 . Isto mostra que alguns pontos estimados pela regressão não se ajustam bem aos dados observados. Isto pode ser comprovado pelo alto valor do resíduo em alguns pontos, como é apresentado no gráfico da Figura 4.

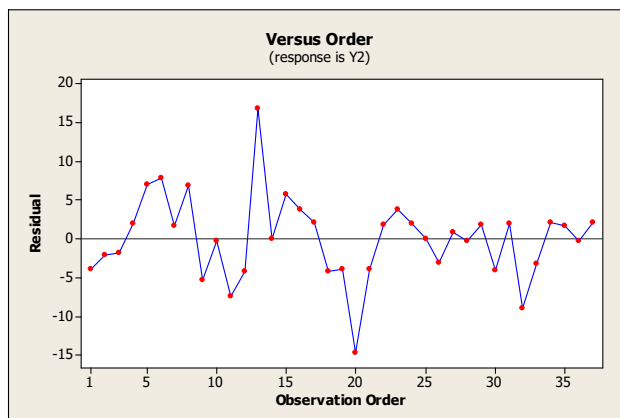


Figura 4 – Resíduos da variável y_2

5. Análise dos Resultados

Através da tabela ANOVA comprovou-se que os fatores que influenciam o tempo de espera do processo (expresso por y_1) são a ocorrência de rejeições de documentos (variável x_1), a quantidade de pessoas que trabalham no processo (variável x_3) e a capacitação da equipe (variável x_4). Dentre estas variáveis, a que exerce menos influência é a ocorrência de devolução, pois apresentou um maior valor de p , se comparada com as outras variáveis individuais.

Além dos fatores individuais, algumas interações foram significativas, como entre as variáveis x_1 e x_3 e entre x_1 e x_4 . Na prática, isto mostra que a ocorrência de devolução aliada ao número de pessoas envolvidas no processo ou então aliada a capacitação de pessoal também tem influência sobre o tempo de espera do processo.

O alto valor do coeficiente de determinação R^2 e o baixo valor dos resíduos mostra que os valores estimados pelo modelo de regressão são similares aos valores observados, confirmando assim a eficácia do ajuste.

Através da tabela ANOVA também pode-se perceber que são poucos os fatores que influenciam no tempo de formação do processo (variável y_2), no caso apenas a ocorrência de devolução e a quantidade de pessoas trabalhando no processo. Ambas tem o mesmo impacto de importância pois apresentaram o mesmo valor de p . Neste caso nenhuma interação foi significativa, mostrando que não há atuação conjunta entre as variáveis para exercer influência sobre o tempo de formação do processo.

O valor do coeficiente de determinação R^2 ainda foi alto (0,8104), porém mostra que alguns pontos calculados pelo modelo de regressão não se ajustaram aos pontos observados. Este fato também foi comprovado pelo alto valor de resíduo apresentado em algumas observações.

6. Conclusão

A partir da análise de resultados apresentada, confrontando-os com as hipóteses formuladas inicialmente, verificou-se que nem todos os fatores controláveis influenciam nas variáveis de resposta. A quantidade de rejeições (x_1) causa influência tanto no tempo de formação do processo quanto no tempo de espera, porém com intensidades e razões distintas. Para o tempo de formação do processo a influência é mais visível, pois cada rejeição implica em o requerente tomar providências para efetuar as correções, um tempo não passível de controle pelo órgão ambiental (ruído). Para o tempo de espera, embora haja influência, ela é de menor significância em relação às demais.

A variável correspondente ao estabelecimento de procedimento de priorização na análise para os reenvios de documentos rejeitados (x_2), não influenciou nos resultados finais das duas variáveis. Embora sua implantação fosse uma demanda do órgão ambiental, intuindo-se que tornaria menor o tempo de espera, o resultado mostrou que sua influência é desprezível.

Dentro do esperado, o dimensionamento da equipe (x_3) afeta significativamente as duas variáveis de resposta. Os resultados apontam que os objetivos de tempo limite são atendidos com a equipe atualmente utilizada, variando entre 7 e 8 pessoas. Demonstrou-se que o dimensionamento ótimo da equipe oportuniza tempos médios dentro do intervalo estabelecido.

Capacitar os funcionários para avaliação dos documentos (x_4) mostrou-se uma medida de sucesso para redução do Tempo de Espera, onde os servidores executam a tarefa com maior dinamismo, permitindo-lhes avaliar um número maior de solicitações. Para o Tempo de Formação do Processo, no entanto, a capacitação não causou influência. Os autores estimam que a influência significativa no TE, cuja média é inferior a 0,5 dia, seja diluída no tempo total, fazendo com que no TFP passe despercebida, ou seja, não é determinante para formar um processo.

Dessa forma, entende-se que a manutenção da equipe dentro de um número ótimo de 7 a 8 pessoas, variável com a demanda diária de solicitações, manterá o bom desempenho dos tempos observados. Também devem ser mantidas as ações de capacitação dos funcionários, pois resultaram em otimização de processos sobre uma das variáveis observadas e que podem facilmente ser extrapolados para outros procedimentos e etapas de um processo. Por fim, quanto à quantidade de rejeições, a instituição deveria buscar formas de reduzi-las, para que resulte em menos tempo gasto, tanto por parte dos requerentes como pelo órgão ambiental.

Referências

- ARAÚJO, S.M.V.G.** *Licenciamento Ambiental e Legislação*. Câmara dos Deputados, Consultoria Legislativa, Estudo, Setembro de 2002. Disponível em: <<http://bd.camara.gov.br/bd/handle/bdcamara/1029>>. Acesso em 16 de agosto de 2017.
- ARAUJO-SILVA, F.; GONÇALVES, C.A.** *O processo de formulação e implementação de planejamento estratégico em Instituições do setor público*. Revista de Administração da UFSM, Santa Maria, v. 4, n. 3, p. 458-476, 2011.
- BALDISSEROTTO, B.** *Piscicultura continental no Rio Grande do Sul: situação atual, problemas e perspectivas para o futuro*. Ciência Rural, Santa Maria, RS, v. 39, n. 1, p. 291-299, jan./fev. 2009.
- BRUNI, A.L.; FAMÁ, R.** *Gestão de Custos e Formação de Preços: com aplicações na calculadora HP 12C e Excel*. 3. Ed. São Paulo: Atlas, 2004. 551p.
- CORREA, I.M.** *Planejamento estratégico e gestão pública por resultados no processo de reforma administrativa do estado de Minas Gerais*. Revista de Administração Pública, Rio de Janeiro, v. 41, n. 3, p. 487-504, maio/jun. 2007.
- GUJARATI, D.N.** *Basic Econometrics*, Makron Books, 2000.
- HAIR JUNIOR, J.F.; BLACK, W.C.; BABIN, B.J.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L.** *Análise Multivariada de Dados*. 6. Ed. Porto Alegre, Bookman, 2009.
- MONTGOMERY, D.C.** *Introduction to statistical quality control*. 6th ed. New Jersey: Wiley, c2009. 734 p.
- RODRIGUES, G.S.S.C.** *A análise interdisciplinar de processos de licenciamento ambiental no estado de Minas Gerais: Conflitos entre velhos e novos paradigmas*. Sociedade & Natureza, Uberlândia, MG, v. 22, n. 2, p. 267-282, ago. 2010.
- WOOLDRIDGE, J.M.** *Introductory Econometrics: A Modern Approach*, South-Western Publishing Company, 2000