

idp

idn

# MESTRADO PROFISSIONAL

EM ECONOMIA

---

**LANCES NO ESCURO:** O VALOR DA INFORMAÇÃO NOS  
LEILÕES DE TÍTULOS MINERÁRIOS

**DAVID SIQUEIRA FONSECA**

Brasília-DF, 2023

**DAVID SIQUEIRA FONSECA**

**LANCES NO ESCURO: O VALOR DA INFORMAÇÃO NOS  
LEILÕES DE TÍTULOS MINERÁRIOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Economia, Políticas Públicas e Desenvolvimento do Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa (IDP), como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia, Políticas Públicas e Desenvolvimento.

**Orientador**

Thiago Costa Monteiro Caldeira

Brasília-DF 2023

**DAVID SIQUEIRA FONSECA**

## **LANCES NO ESCURO: O VALOR DA INFORMAÇÃO NOS LEILÕES DE TÍTULOS MINERÁRIOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Economia, Políticas Públicas e Desenvolvimento do Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa (IDP), como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia, Políticas Públicas e Desenvolvimento.

Aprovado em 18 / 12 / 2023

### **Banca Examinadora**

---

Prof. Dr. Thiago Costa Monteiro Caldeira - Orientador

---

Prof. Dr. Leonardo Monteiro Monastério

---

Prof. Dr. Augusto Ferreira Mendonça

---

F676l Fonseca, David Siqueira  
Lances no escuro: o valor da informação nos leilões de títulos minerários/  
David Siqueira Fonseca. – Brasília: IDP, 2024.

57 p.  
Inclui bibliografia.

Trabalho de Conclusão de Curso (Dissertação) – Instituto Brasileiro de  
Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa – IDP, Curso de Mestrado Profissional  
em Economia, Brasília, 2023.

Orientador: Prof. Dr. Thiago Costa Monteiro Caldeira.

1. Mineração. 2. Oferta pública. 3. Leilão. 4. Conhecimento geológico. 5.  
Arrecadação. I. Título.

CDD: 332

---

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Ministro Moreira Alves  
Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa

## RESUMO

A partir de 2020 o Governo Federal modificou a disponibilidade de áreas para mineração, que é o procedimento de oferta de áreas que foram perdidas pelos antigos titulares. Antes do novo procedimento as áreas eram ofertadas pelo melhor projeto técnico, procedimento este considerado moroso e subjetivo, passando para um modelo de oferta pública e leilão. Este artigo analisa as cinco primeiras rodadas, realizadas desde 2020, a fim de identificar fatores que explicam o resultado dos leilões, a exemplo do nível de conhecimento geológico prévio sobre a área e a substância mineral. Os resultados mostram que as áreas com maior conhecimento geológico aumentam em 2,5 vezes a probabilidade de serem vendidas, e que determinadas substâncias, como ouro e calcário, além de serem mais atrativas, recebem lances maiores que outras, gerando maior arrecadação. Com isso, torna-se possível estimar, de acordo com as áreas escolhidas, a arrecadação de uma oferta pública a ser realizada, assim como a Agência Nacional de Mineração pode buscar uma maior arrecadação ao colocar na oferta áreas mais atrativas. Para o setor privado, o estudo pode servir para a identificação das áreas mais atrativas, reduzir assimetria de informação e apoiar na calibragem dos lances.

**Palavras-chaves: Mineração; Oferta Pública; Leilão; Conhecimento Geológico; Arrecadação.**

## ABSTRACT

As of 2020, the Federal Government modified the availability of areas for mining, which is the procedure for offering areas that were lost by the former holders. Before the new procedure, areas were offered for the best technical project, a procedure considered time-consuming and subjective, moving to a public offering and auction model. This article analyzes the first five rounds, held since 2020, in order to identify factors that explain the results of the auctions, such as the level of prior geological knowledge about the area and the mineral substance. The results show that areas with greater geological knowledge increase the probability of being sold by 2.5 times, and that certain substances, such as gold and limestone, in addition to being more attractive, receive higher bids than others, generating greater revenue. This makes it possible to estimate, according to the chosen areas, the revenue from a public offering to be carried out, just as the National Mining Agency can seek greater revenue by offering more attractive areas. For the private sector, the study can serve to identify the most attractive areas, reduce information asymmetry and support the calibration of bids.

**Keywords: Mining; Public Offering; Auction; Geological Knowledge; Revenue.**

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IDP	Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa
ANM	Agência Nacional de Mineração
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
SOPLE	Sistema de Oferta Pública e Leilão de Áreas

## LISTA DE TABELAS

### **Tabela 1**

Divisão dos tipos de áreas que foram à Oferta Pública, sua motivação e conhecimento geológico existente

.....20

### **Tabela 2**

Dados gerais das rodadas

.....37

### **Tabela 3**

Quantidade de áreas por origem

.....37

### **Tabela 4**

Resultados da regressão logística para as áreas arrematadas

.....39

### **Tabela 5**

Resultados da regressão logística para as áreas requeridas

.....41

### **Tabela 6**

Modelo com apenas uma variável de conhecimento geológico (ConhecimentoGeo)

.....42

### **Tabela 7**

Resultados da regressão logística para as áreas arrematadas e com a variável ConhecimentoGeo

.....43

### **Tabela 8**

Resultados da regressão logística para as áreas requeridas e com a variável ConhecimentoGeo

.....44

### **Tabela 9**

Soma dos lances totais e por substâncias

.....45

### **Tabela 10**

Resultados da regressão por múltiplos quadrados ordinários para valores da etapa leilão

.....46

### **Tabela 11**

Resultados da regressão quantílica

.....47



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### **Tabela 1**

Fluxograma da Oferta Pública da ANM

.....12

### **Tabela 2**

Fluxo de caixa das atividades de mineração, desde a prospecção até a produção

.....17

# SUMÁRIO

## **1 INTRODUÇÃO ..... 12**

## **2 CONTEXTUALIZAÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO ..... 16**

2.1 Contextualização..... 16

2.2 Referencial teórico ..... 23

2.2.1 Teoria dos leilões ..... 23

2.2.2 Leilões de recursos minerais..... 26

2.2.3 Avaliação de Áreas de Mineração ..... 27

2.2.4 Econometria e as regressões utilizadas ..... 28

## **3 METODOLOGIA..... 31**

3.1. Determinantes da probabilidade de êxito na oferta pública..... 33

3.2. Determinantes do valor da oferta pública ..... 34

## **4 RESULTADOS.....36**

4.1 Resultados Gerais da Oferta Pública..... 36

4.2 Determinantes da probabilidade de êxito na oferta pública ..... 38

4.3 Determinantes do valor da etapa de leilão ..... 45

## **5 CONCLUSÃO ..... 50**

**REFERÊNCIAS..... 54**

# 1



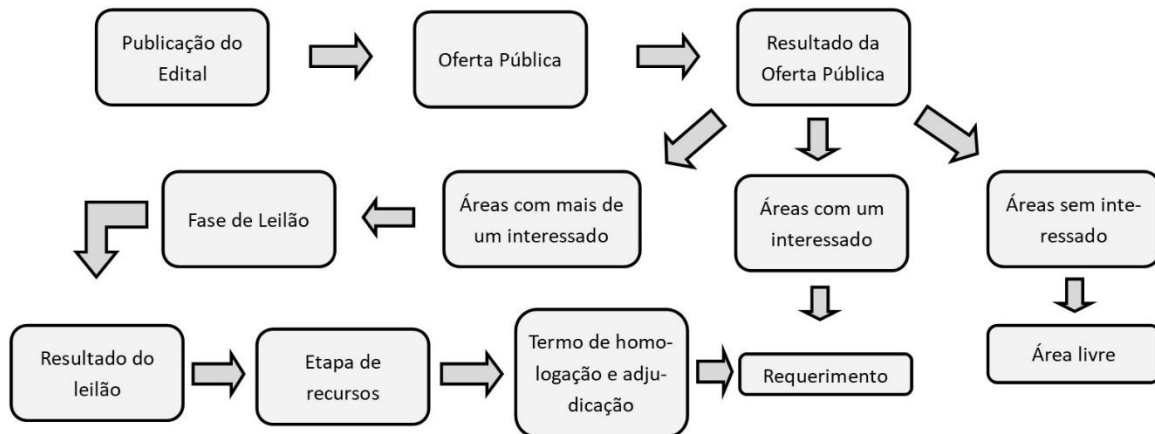
## 1

**INTRODUÇÃO**

A partir de 2018, com a transformação do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) em Agência Nacional de Mineração (ANM), e a modernização da legislação pelo Decreto 9406/2018, que regulamenta o Código de Mineração (Decreto-Lei nº 227/1967), foi modificada a regra de oferta de áreas em disponibilidade, ou seja, áreas que anteriormente estavam oneradas e por algum motivo foram descartadas ou perdidas pelos antigos titulares. O modelo escolhido para a nova disponibilidade foi uma primeira etapa de oferta pública, simplificada, onde o setor regulado manifesta interesse nas áreas disponíveis, e uma segunda etapa de leilão para aquelas áreas que tiveram mais de uma manifestação de interesse na primeira etapa.

O fluxograma é mostrado na Figura 1, onde podem ser vistas as três possíveis seguintes situações: 1) a área não recebeu manifestação de interesse e fica livre; 2) a área recebeu uma única manifestação e é arrematada pelo único interessado; e 3) a área recebeu mais de uma manifestação, e vai para a segunda fase, de leilão, onde é aberto novo prazo para os lances e vence quem oferecer o maior deles. O leilão é do tipo fechado de maior lance, onde os participantes não sabem quanto está sendo ofertado pelos concorrentes.

**Figura 1:** Fluxograma da Oferta Pública na ANM.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Essa inovação possibilita que uma grande quantidade de áreas seja disponibilizada de uma só vez, e foi considerada pelo Governo Federal como política pública prioritária, sendo incluída no Programa de Parcerias de Investimentos da Presidência da República – PPI, em 2019, pela possibilidade de relevante atração de investimentos e geração de empregos no setor mineral.

As primeiras cinco rodadas ocorreram entre 2020 e 2023, de modo que a 1ª rodada teve um caráter mais experimental, com poucas áreas ofertadas, e todas para agregados para a construção civil (areia, argila e brita, principalmente). A ANM realizou uma análise *ex-post* das cinco primeiras rodadas, publicada em dezembro de 2022 como Análise de Resultado Regulatório – ARR – Disponibilidade de Áreas (Brasil, 2022). Nessa ARR ficou demonstrado que as rodadas apresentaram um alto índice de êxito em comparação com o procedimento anterior; que a quantidade de recursos e judicializações também foi bem menor quando comparado ao procedimento anterior; e que a análise do custo-benefício demonstrou que o novo procedimento é eficiente, entre outras conclusões.

Este artigo avalia quais os aspectos e características das áreas em oferta explicam o resultado dos leilões promovidos pelo poder público, em relação ao nível de conhecimento geológico prévio das áreas. Além disso, a avaliação empírica dos leilões de áreas de mineração permitirá verificar se diferentes substâncias geram diferentes resultados em termos de atratividade (probabilidade de ser licitado) e de valores pagos.

Não temos conhecimento de outro estudo que tenha analisado empiricamente os leilões de áreas minerárias no Brasil. Além desta primazia, este artigo se justifica pelo ganho proporcionado ao setor público e ao setor privado ao permitir maior entendimento sobre os determinantes dos leilões, com a possibilidade de a Administração Pública planejar quais áreas serão ofertadas nas próximas rodadas, assim como subsidiar a decisão de alocação de recursos públicas em busca de maior conhecimento geológico no território brasileiro. Para o setor privado, o estudo pode servir para a identificação das áreas mais atrativas, reduzir assimetria de informação e apoiar na calibragem dos lances, evitando superestimação do valor da área e a ocorrência da maldição do vencedor.

A importância das ofertas públicas reside na disponibilização de uma grande quantidade de áreas, que podem aquecer o setor em termos de geração de emprego e renda. Segundo a ARR Disponibilidade (Brasil, 2022), a Declaração de Investimentos em Pesquisa Mineral – DIPEM, uma declaração anual que as empresas detentoras de alvarás de pesquisas devem fazer para a ANM, a média que as empresas dispõem anualmente em pesquisa mineral é de R\$ 87.800, assim, como as cinco primeiras rodadas de oferta de áreas geraram 5.351 requerimentos de pesquisa ou lavra, seriam quase R\$ 470 milhões investidos na contratação de serviços e equipamentos.

Além desta Introdução, a seção 2 apresenta contextualização e referencial teórico, a seção 3 apresenta a metodologia, a seção 4 os resultados, e a seção 5 discussão e conclusões.



# 2



## 2 CONTEXTUALIZAÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Contextualização

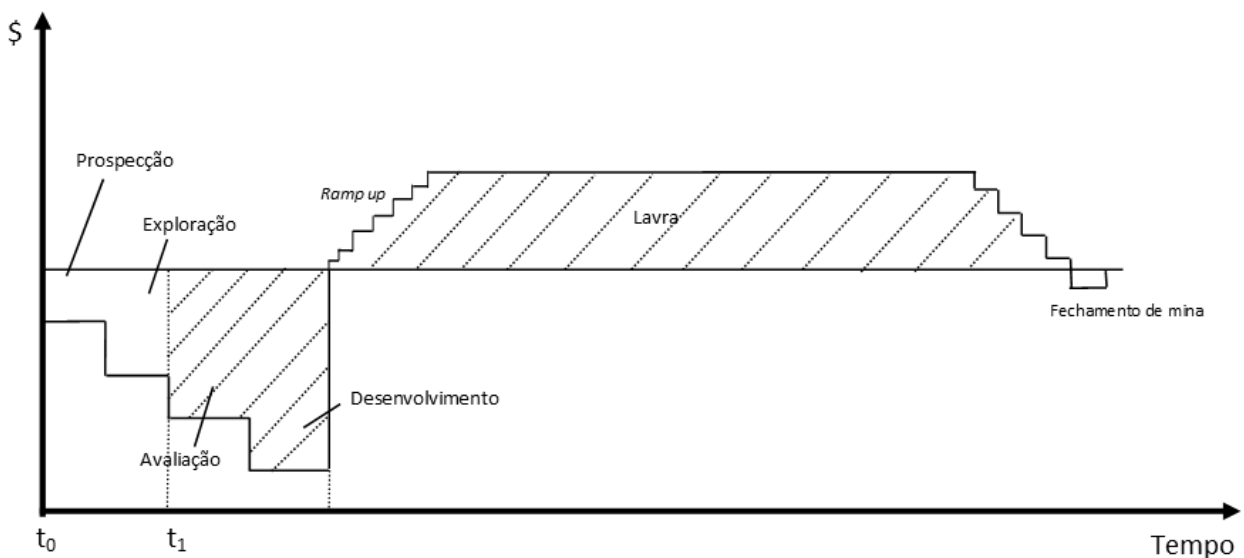
A mineração possui características próprias tais como: intensidade de capital; longo período até se obter a lavra; atividade de alto risco associado; lida com recursos não renováveis; e traz impactos ambientais que normalmente exigem uma compensação.

Até a obtenção da lavra, são necessárias primeiro as fases de prospecção, exploração, avaliação e desenvolvimento, que são de alto risco e apresentam fluxo de caixa negativo, conforme mostrado na Figura 2. A etapa de prospecção inclui estudos de escritório que levam à definição de um local potencial a ser explorado, que é a fase seguinte, na qual são coletadas e analisadas as amostras. O resultado positivo dessa etapa é o bloqueio de recursos. Após isso, o processo minerário já possui conhecimento geológico (parte hachurada na figura 2).

Na etapa de avaliação, os resultados já estão disponíveis e é realizado um estudo de viabilidade da possível futura lavra. Na sequência do processo minerário, é apresentado um Plano de Aproveitamento Econômico - PAE e os recursos são transformados em reservas, que significa que o titular venceu etapas de viabilidade econômica, social, ambiental, técnica entre outras.



**Figura 2:** Fluxo de caixa das atividades de mineração, desde a prospecção até a produção.



Fonte: Adaptado de Nery (2003).

Caso a decisão seja de iniciar a lavra, a etapa de desenvolvimento inclui a construção das instalações, infraestrutura e compra de equipamentos da futura mina, sendo, por isso, a mais dispendiosa. A média de tempo dessas 4 etapas, da prospecção até se chegar à lavra é de 10 anos, conforme dados disponíveis no Sistema Cadastro Mineiro da ANM, mas isso depende da substância a ser extraída.

Já na etapa de lavra, a vida útil da mina varia conforme as reservas e a quantidade explorada. Por fim, há a etapa de fechamento da mina, onde é realizada a reconfiguração da área e minimizados os impactos ambientais, com fluxo de caixa negativo.

Um aspecto fundamental da Figura 2 é que uma parte das áreas ofertadas, se arrematadas, terão de iniciar no  $t_0$  (sem nenhum conhecimento geológico relevante), enquanto outras áreas já podem conter estudos e avaliações disponíveis, ou seja, estarão situadas a partir de  $t_1$ . Isso pode reduzir, substancialmente, os investimentos necessários, pois já pode estar definido um depósito. Assim, em áreas situadas depois de  $t_1$  espera-se maior atratividade, indo para a fase de leilão com boa disputa e lances maiores daquelas que ainda estão em  $t_0$ .

Mesmo que seja senso comum que áreas com conhecimento geológico sejam mais atrativas que as sem conhecimento, este trabalho pretender medir essa atratividade não só das áreas, mas também das substâncias. Na Figura 2 foram destacadas as fases de prospecção e exploração, que na maioria dos casos não resulta em nenhum conhecimento geológico, das áreas seguintes em que há conhecimento geológico (hachurado).

O setor mineral brasileiro é regulado pelo Código de Mineração, de 1967, que respeita um dos princípios fundamentais do direito minerário mundial, que é o direito de prioridade, ou seja, quem chega primeiro, leva primeiro (*first come, first served*). Na época do lançamento do Código, as áreas eram abundantes e o Governo buscava atrair investimentos. Carajás, um depósito de classe mundial, ou seja, extremamente possante, só foi descoberto na década de 1970. Marini (2016) mostra que as descobertas de grandes depósitos no mundo têm sido cada vez mais escassas e mais profundas, o que faz com que as empresas incorram em mais custos. Mostra, ainda, que no Brasil há muito para se descobrir devido ao histórico de baixo investimento em pesquisa mineral. No mesmo trabalho o autor informa que de cada 1.000 alvos preliminares (ocorrências minerais), apenas 1 torna-se efetivamente uma mina (Marini, 2016).

Assim, há de se esperar o grande interesse pelas áreas disponíveis (retornadas de antigos titulares), principalmente aquelas que já possuem pesquisa realizada. No entanto, até 1999 as áreas no Brasil ficavam livres para aqueles que primeiro protocolassem o requerimento, mas devido à escassez de áreas ocasionada pelas poucas descobertas (baixo investimento em pesquisa mineral), o antigo DNPM começou a ter problemas nas filas que eram formadas para as áreas interessantes. Para contornar essa questão, foi criado um procedimento de disponibilidade com lançamento de Editais, nos

quais as empresas entregavam envelopes com projetos técnicos que tinham de ser analisados por Comissões formadas por três servidores.

Tal procedimento se mostrou bastante ineficiente, conforme a Análise de Resultado Regulatório – ARR da Disponibilidade (Brasil, 2022), pois, além de complexo, demandava muito da burocracia, o que criou um enorme passivo de análise dos pedidos de áreas, que segundo a plataforma SOPLE somam 70 mil áreas atualmente. Este procedimento foi suspenso em 2017 pela Portaria nº 5, de 27 de janeiro de 2017, que revogou todos os atos de instauração de procedimentos de disponibilidade publicados a partir de 1º de janeiro de 2016.

Apesar disso, ainda existem processos com envelopes entregues e não abertos, processos em que foram abertos os envelopes, mas estão sem análise da habilitação, e os que já foram analisadas as habilitações, mas estão com recursos pendentes de análises. Para os processos com propostas apresentadas, mas ainda não abertos, será realizada uma discussão mais adiante. Não há estatística de interesse nas áreas que eram colocadas em disponibilidade no procedimento anterior (de melhor projeto técnico), que durou até 2016.

Tanto no procedimento de disponibilidade antigo quanto no novo o que se garante ao vencedor é o direito de prioridade de requerer a área para pesquisa (grande maioria das áreas) ou lavra, ou seja, as áreas arrematadas não representam um direito de exploração. No caso do direito de requerer a área para pesquisa, caso venha a receber o alvará, o titular deverá contratar um responsável técnico para realizar a pesquisa, e pagar as taxas correspondentes. O resultado é um relatório final de pesquisa - RFP que deverá ser aprovado pela ANM, caso encontrado o depósito.

Com a aprovação do RFP, o titular tem o prazo de um ano para requerer a lavra. Caso o vencedor tenha esse direito, ele deverá apresentar um requerimento que é composto pelo Plano de Aproveitamento Econômico – PAE, que também deverá ser aprovado pela ANM. A Concessão de Lavra definitiva é outorgada não apenas com as aprovações da ANM, mas também com a respectiva licença ambiental de operação.

Passadas as cinco rodadas, é possível, por meio do Sistema Cadastro Mineiro, identificar os motivos que levaram à disponibilidade das áreas que foram a leilão. Com esta informação, as áreas foram divididas em: a) licenciamento; b) descartadas; c) sem conhecimento

geológico; d) com relatório final de pesquisa (RFP) aprovado; e e) lavra, conforme Tabela 1.

Áreas disponíveis para lavra possuem conhecimento geológico, mas estão à parte porque significam uma etapa posterior no processo. Da mesma forma, as áreas de licenciamento, descartadas e sem conhecimento geológico são todas sem conhecimento geológico, e também estão separadas para que possam ser testadas individualmente a atratividade de cada uma.

**Tabela 1:** Divisão dos tipos de áreas que foram à oferta pública, sua motivação e conhecimento geológico existente

<b>Tipo de área</b>	<b>Motivo</b>	<b>Informação do Depósito</b>
<b>LICENCIAMENTO</b>	Regime para agregados para a construção civil, com áreas de até 50ha, na qual não há pesquisa mineral, mas sim a lavra imediata. Há desde áreas no qual o requerimento foi negado até áreas que foram lavradas, mas essa diferenciação não foi levada em conta.	Nenhuma ou baixa
<b>DESCARTADA</b>	Áreas que foram descartadas pelos seguintes motivos: quando da aprovação do RFP na qual a ANM exigiu que a porção da área que não contivesse depósito fosse descartada; desistência parcial de requerimento; renúncia parcial de título; mudança de regime com redução de área; ou outros motivos.	Nenhuma ou baixa
<b>SEM CONHECIMENTO GEOLÓGICO</b>	Alvarás de pesquisa nos quais não foram pagas a Taxa Anual por Hectare – TAH e o alvará foi caducado, ou apresentaram RFP negativo, ou outros motivos.	Nenhuma ou baixa
<b>COM RELATÓRIO FINAL DE PESQUISA (RFP)</b>	RFP positivo e aprovado.	Alta
<b>LAVRA</b>	RFP positivo e aprovado, mas que não viraram concessão de lavra ou ainda concessões de lavra caducasas.	Alta

Fonte: elaboração própria, com base nos eventos disponíveis no Cadastro Mineiro da ANM.

A Agência Nacional de Mineração possui duas formas principais de informação dos processos minerários. A primeira delas é o Sistema Cadastro Mineiro - SCM, que informa rapidamente qual o tipo de

requerimento, qual a fase atual do processo, o nome do titular, o Estado e Município do processo, a(s) substância(s) requerida e os eventos ocorridos.

No SCM o interessado já pode obter algumas das informações mostradas na Tabela 1. A desvantagem do SCM é que ele só mostra informações básicas, e não contém a documentação do processo. Assim, para obter as informações qualitativas, o interessado deve acessar o processo físico ou eletrônico, sendo o eletrônico tramitado no SEI. No entanto, a ANM passou a adotar o SEI para a área finalística apenas a partir de 2020, e apenas para processos novos, sendo que os processos anteriores a 2020 foram sendo digitalizados aos poucos. Deste modo, para as cinco primeiras rodadas, os agentes interessados em participar da oferta pública tinham de se dirigir à respectiva Gerência Regional da ANM e solicitar vistas dos processos para obter informações do plano de pesquisa ou dos documentos referentes ao depósito mineral, caso houvesse interesse em buscar mais informações.

O Código de Mineração (BRASIL, 1967) não define o que é o plano dos trabalhos de pesquisa ou plano de pesquisa, apenas que ele é um instrumento do requerimento de pesquisa. Basicamente ele contém a substância que se quer pesquisar, o orçamento e o cronograma de atividades a serem realizadas nos próximos anos, caso seja autorizada a pesquisa pela ANM. Já o relatório final de pesquisa, segundo o Código de Mineração (BRASIL, 1967), deve trazer os resultados da pesquisa mineral, com a definição de uma jazida, assim como o Plano de Aproveitamento Econômico – PAE, que contém todo o plano de lavra. Assim, se o processo contiver apenas o requerimento de pesquisa, a informação obtida é nenhuma ou baixa, no entanto, se o processo contiver relatório de pesquisa positivo e o PAE, a informação é alta.

Para diminuir essa assimetria de informação, a ANM disponibilizou fichas de cada área com informações do Serviço Geológico do Brasil (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM). Essas fichas localizam a área em termos geológicos, facilitando verificar se a região é propícia ou não. Além disso, a ANM disponibiliza os *shapes* das áreas para que os interessados possam plotar em programas de informações geográficas (tipo ArcGIS), a fim de que seja feita a composição com demais informações (SOPLE, 2023).

Nas cinco primeiras rodadas o Governo escolheu áreas que já tinham sido desoneradas há algum tempo, assim como áreas que

foram nominadas. Nominção é um procedimento criado para que o regulado demonstre interesse em que uma área seja colocada na Oferta Pública, conforme ARR Disponibilidade (Brasil, 2022). A nominção não é pública, ou seja, não fica disponível para os concorrentes quais áreas foram nominadas, pois desse jeito mostraria *ex-ante* áreas atrativas de informação privada, que podem ser conquistadas na etapa de Oferta Pública sem passarem pela fase de leilão, que exige desembolso. Para as cinco primeiras rodadas não foi feita nenhuma valoração das áreas, mas foram colocados lances mínimos, de R\$ 971,63 nas rodas 1 e 2, e de R\$ 1.012,73 nas rodadas 3, 4 e 5.

Tanto as áreas sem informação de depósito como as com informação de depósito são apenas prospectos, ou seja, não configuram a aquisição de uma mina. Tendo em vista que apenas uma pequena quantidade de prospectos vira lavra, o que está sendo ofertado, em última instância, é uma probabilidade, sendo o valor do lance uma fração do valor da jazida. Assim, este trabalho não objetiva verificar rendas de informação obtidas pelos participantes, e nem considera os preços de minérios na época das ofertas, já que as cinco primeiras rodadas foram realizadas num espaço de tempo muito curto, sendo algumas inclusive sobrepostas. Conforme a ARR Disponibilidade (Brasil, 2022), em agosto de 2021 havia praticamente 4 rodadas em andamento.

Tanto o antigo DNPM, quanto a ANM possuem um setor de economia mineral que compila os dados dos detentores de títulos minerários que permitem que se saiba quais as reservas e a produção anual das principais substâncias extraídas no Brasil, qual a balança comercial setorial, quais os novos projetos e expansões. Além disso, dados do Sistema Cadastro Mineiro e da arrecadação permitem que sejam pesquisados os alvarás de pesquisa outorgados, a taxa anual por hectare arrecadada na fase de pesquisa e os royalties pagos na fase de lavra. Apesar dessas informações, não há, até o momento, uma estatística do interesse nos diferentes tipos de áreas e substâncias nem o quanto o setor está disposto a pagar por cada uma delas.

As negociações entre as áreas ocorrem entre os titulares de direitos minerários e os compradores, sendo entregue para a ANM apenas um pedido de cessão da área, que pode ser parcial ou integral. Mesmo assim, a ANM não compila os dados dessas transações. Deste modo, o estudo aqui realizado é inédito, e terá implicações que

ultrapassam a mera análise de resultados dos leilões, pois trazem informações que podem auxiliar na gestão dos recursos minerais.

## 2.2 Referencial teórico

### 2.2.1 Teoria dos leilões

McAfee (1987) define leilões como uma instituição de mercado com um conjunto explícito de regras que determinam a alocação de recursos e preços com base nas propostas dos participantes. Os leilões têm sido estudados pelo ramo da microeconomia, principalmente na modelagem do comportamento estratégico sob condições assimétricas.

Há vários tipos de leilões e essa escolha, segundo Pindyck (2013), pode afetar a receita do vendedor. Os quatro principais formatos de leilões são:

i. o leilão de oferta ascendente, ou inglês, quando os lances são feitos de forma crescente. A característica desse leilão é que os licitantes vão conhecendo a oferta atual;

ii. o leilão de oferta descendente, ou tipo holandês, em que é determinado um preço máximo e o leiloeiro vai anunciando preços mais baixos;

iii. o leilão de oferta selada, na qual cada licitante apresenta apenas uma proposta e o vencedor é o que oferece o maior lance, e os lances dos outros proponentes são desconhecidos;

iv. O leilão de oferta selada e segundo preço, conhecido por Vickrey, é igual ao anterior, mas nele o vencedor paga o valor ofertado no segundo maior lance.

A ANM adota o leilão de maior lance e fechado, sendo que a dinâmica ocorre numa plataforma eletrônica chamada SOPLE (Sistema de Oferta Pública e Leilão de Áreas), na qual, após a etapa de Oferta Pública, as áreas que tiveram mais de dois interessados são ofertadas num determinado período de dias, de modo que o ofertante pode dar um lance e, caso mude de ideia, pode corrigir para outro valor quantas vezes quiser, até o prazo de fechamento. A plataforma SOPLE contém a ata das cinco primeiras rodadas com os lances de todos os participantes.

Do ponto de vista da legislação, leilão é uma ferramenta de formação de preço que pode ser usada pelo poder público para comprar bens, no caso em que o vencedor é aquele que oferta o menor valor (leilão reverso), ou para vender ativos e concessões, caso em que o vencedor é quem oferece o maior valor. Mattos (2008) afirma que o leilão é, antes de tudo, um mecanismo de revelação de informação para o leiloeiro, devido à assimetria de informação do leiloeiro em relação ao valor atribuído por cada potencial comprador ao objeto leiloadado. Ou seja, se o leiloeiro soubesse exatamente quanto cada potencial comprador estaria disposto a dar pelo objeto, o leilão não seria necessário.

Devido à forma como a oferta pública da ANM foi desenhada, e considerando a enorme quantidade de áreas a serem ofertadas e a dificuldade em valorá-las, logo na primeira etapa de oferta pública já é demonstrado quais áreas são interessantes, sendo desinteressantes as que não recebem nenhuma manifestação de interesse, ficando livres para qualquer pessoa solicitá-las em outro momento.

Ainda segundo Pindyck (2013), os leilões podem ser classificados em leilões de valor privado e de valor comum. Leilões de valor privado são aqueles em que cada potencial comprador sabe qual é sua avaliação do objeto leiloadado, e as avaliações diferem de um comprador para outro, enquanto nos leilões de valor comum o item a ser leiloadado tem o mesmo valor para todos os potenciais compradores, mas estes não sabem exatamente qual é o valor e, por isso, suas estimativas variam.

Os leilões podem ter elementos tanto de valor privado quanto de valor comum, que é o caso das áreas ofertadas pela ANM, já que algumas áreas possuem reservas aprovadas, disponíveis nos processos físicos, nos quais os interessados podem obter vistas, e a partir disso definir um valor de lance que varia de acordo com as demais informações. No entanto, outras áreas não possuem informação de reservas e cada ofertante irá arbitrar um preço e, nesse caso, uma avaliação individual pode conduzir a preços muito discrepantes, evidenciando a assimetria de informação.

O leilão, segundo Porter (1992), é um mercado onde as informações desempenham papel crucial, sendo utilizado pelo vendedor quando ele não sabe ao certo o preço do item a ser vendido. Por outro lado, os participantes têm incertezas sobre a avaliação do bem pelos demais concorrentes, e qual o valor máximo que um item



poderá alcançar, principalmente quando as informações sobre o bem são incompletas (assimetria de informação). Caso um comprador tenha mais informações do que os outros concorrentes, ele obtém uma renda de informação.

Renda de informação, segundo Eric Brasil (2009), é o próprio excedente do consumidor, ou seja, a diferença do preço de reserva do vencedor do leilão e o lance que ele ofertou. Isso acontece em leilões de valor privado, onde é mais difícil mensurar a avaliação individual de cada participante e também nos leilões fechados de primeiro preço. A forma de se calcular a renda de informação é através de um procedimento de estimação não-paramétrica, em que cada valor privado pode ser expresso como uma função de seu respectivo lance, da distribuição dos lances observados e da função densidade de probabilidade correspondente a estes lances. A ANM possui as atas com todos os lances de cada área, possibilitando que as rendas de informação sejam calculadas, mas este não é o objetivo deste trabalho. A conclusão de Brasil (1999), ao analisar os leilões realizados pela Agência Nacional do Petróleo - ANP, é a de que quanto maior a competição no leilão, menor é a renda de informação do vencedor e, conseqüentemente, maior é o excedente extraído pelo Governo.

Ainda sobre os tipos de leilões e informações, Mattos (2008) destaca a diferença entre os tipos de leilões, sendo os selados de primeiro preço mais propensos a atrair um número maior de participantes, podendo ser mais lucrativos, e que os problemas mais comuns verificados na literatura de leilões, a maldição do vencedor e a cartelização, possuem efeitos inversos: nos leilões selados de primeiro preço há menos preocupações com possível cartelização, mas a incapacidade de revisão dos lances pode favorecer a maldição do vencedor, sendo que em leilões orais ascendentes ocorre o contrário.

Maldição do vencedor é um problema que pode ocorrer principalmente em leilões de valores comuns e selado de primeiro preço nos quais os agentes, não podendo observar e aprender com os lances dos outros, acabam fazendo lances num cenário de baixa informação, sendo que o mais otimista (e não necessariamente o mais eficiente) tende a ganhar o leilão. O problema é apresentado em Thaler (1988) na forma de um experimento a partir de uma jarra cheia de moedas: ao leiloar essa jarra para um grupo de pessoas, muito provavelmente i) o lance médio será significativamente menor do que o valor total das moedas (ofertantes são avessos ao risco) e ii) o lance

vencedor excederá o valor total das moedas, ou seja, o vencedor terá pagado mais do que vale (“*the winner's curse*”).

A análise da ocorrência de maldição do vencedor já foi realizada na literatura em mercados bem diferentes, como em fusão e aquisição de firmas (Roll, 1986; Boone e Mulherin, 2008), venda de imóveis (Ashenfelter e Genesove, 1992) e áreas de exploração de petróleo (Capen, Clapp e Campbell, 1971). Em Bazerman e Samuelson (1983), demonstra-se por meio de experimentos que a ocorrência e magnitude da maldição do vencedor é maior quanto maior o nível de incerteza e informação quanto ao valor do bem à venda e quanto maior o número de competidores ofertantes.

## 2.2.2 Leilões de recursos minerais

Quanto aos recursos minerais, há estudos para uma grande quantidade de informações acerca dos leilões de áreas de petróleo ocorridas no Golfo do México pelo Governo dos Estados Unidos desde 1954. Um dos artigos seminais sobre maldição de vencedor (Capen, Clapp e Campbell, 1971), ainda que não utilizassem exatamente da expressão, avalia leilões de áreas de petróleo. Os autores demonstram que as empresas que vencem os leilões de áreas para petróleo no Golfo sistematicamente obtêm retorno muito baixo.

Segundo Porter (1992), para os leilões ocorridos nas áreas do Golfo do México, os seguintes tipos de áreas foram ofertadas: i) áreas *wildcats*, cuja geologia é pouco conhecida, nas quais foi permitido que as empresas obtivessem dados sísmicos, mas não perfurações; ii) “*drainage*” e “*development sales*”, ambas áreas adjacentes de depósitos já descobertos, onde dados sísmicos foram permitidos de serem obtidos, mas perfurações só nas áreas adjacentes, onde concessionários já tinham informações superiores. A diferença entre “*drainage*” e “*development sales*” é que estas últimas são áreas já ofertadas anteriormente, nas quais os ganhadores não realizaram furos, ou mesmo áreas sem interesse, que estavam sendo reofertadas. “*Drainage*” são, portanto, as áreas mais valiosas, pois estavam sendo ofertadas pela primeira vez.

Hendricks e Porter (1999) mostraram que concessionários de áreas adjacentes às áreas ofertadas possuíam informação superior e os lances foram maiores que as das áreas *wildcats*, que apesar de possuírem informações sísmicas, receberam lances menores. Neste trabalho foi realizada avaliação *ex-post* da renda de informação obtida, que foi maior nas áreas adjacentes às áreas de produção.

Haile, Hendricks e Porter (2009) sintetizaram as informações de 1954 até 1982, ano no qual ocorreram mudanças nos leilões promovidas pelo Governo dos EUA, e de 1983 em diante. Até 1982 houve maior dispersão dos lances nas áreas *wildcats*, ou seja, com menos informações e não exploradas anteriormente (a dispersão considerada foi a diferença percentual entre o primeiro maior lance e o segundo maior lance). Além disso, até 1982, 50% das áreas foram vendidas e das que receberam lances, 64% tiveram pelo menos dois lances, com média de 3,2 lances por área. Já de 1983 até 2006, foram vendidas 7% das áreas, e apenas 25% receberam pelo menos dois lances, e a média de lances por área caiu mais da metade, para 1,3. Isso foi explicado pelo fato de que, depois de 1983, foram ofertadas mais áreas *wildcats* em águas profundas. Além disso, até 1982 havia um processo de nomeação das áreas em que as empresas estavam interessadas, o que fez aumentar a atratividade do leilão.

A partir da abertura do setor de petróleo no Brasil, na década de 1990, iniciaram-se os leilões da Agência Nacional do Petróleo – ANP. Monteiro (2015) mostrou que, nos leilões da ANP, o fato de a Petrobrás ser conhecedora das bacias sedimentares, devido ao longo período de monopólio, gerou assimetrias de informação, e sua taxa de sucesso nos leilões foi bastante alta. O mesmo estudo mostra que, após os primeiros leilões, com a entrada da OGX, que incorporou técnicos da Petrobras, ou seja, trazendo conhecimento das bacias, a empresa também conseguiu sucesso em alguns leilões, até sua derrocada financeira.

### 2.2.3 Avaliação de Áreas de Mineração

Paione (1999) preconiza que o valor econômico de uma jazida mineral, que depende do valor presente nos benefícios monetários projetados para o futuro decorrentes da comercialização do minério, é função das seguintes variáveis:

$$VE = f(n, R_n, D_n, i, l, p),$$

Onde:

$n$  = vida da jazida, ou número de anos que deve decorrer até que todo o minério ou substância mineral útil seja exaurida. Está diretamente ligada às reservas minerais calculadas.

$R_n$  = receita operacional resultante da comercialização do minério.

$D_n$  = custos operacionais da extração e beneficiamento do minério.

$i$  = taxa de juros

$I$  e  $p$  = investimentos, inclusive capital de giro.

A função acima é desmembrada para um Fluxo de Caixa Descontado, assim o valor econômico de uma jazida é a diferença entre o somatório do fluxo de caixa das receitas líquidas e o somatório dos investimentos aplicados para se lavar essa jazida, descontados a uma taxa pré-fixada.

Dessa forma, a avaliação de jazidas minerais necessita, dentre outras variáveis, das reservas. Assim, a grande maioria das áreas da oferta pública da ANM simplesmente não pode ser avaliada para um preço mínimo. As poucas áreas que poderiam ser avaliadas, com relatório final de pesquisa aprovado (aqui referenciadas como com conhecimento geológico) e as de lavra, mesmo que ainda não sejam mais prospectos, ainda possuem uma dificuldade de avaliação por representarem uma possibilidade de obtenção da lavra (não é certo que a concessão de lavra será dada).

## 2.2.4 Econometria e as regressões utilizadas

Econometria é a utilização da estatística para dados econômicos, ou seja, é a medição econômica. Segundo Gujarati (2008), a metodologia econométrica segue os seguintes passos: i. Exposição da teoria ou hipótese; ii. Especificação do modelo matemático da teoria; iii. Especificação do modelo estatístico ou econométrico; iv. Obtenção dos dados; v. Estimação dos parâmetros do modelo econométrico; vi. Teste de hipóteses; vii. Projeção ou previsão; viii. Uso do modelo para fins de controle ou de política.

A principal ferramenta econométrica é a regressão que, ainda segundo Gujarati (2008), é o estudo da dependência de uma variável, chamada dependente, em relação a uma ou mais variáveis, explanatórias, visando estimar e/ou prever o valor médio da primeira em termos dos valores conhecidos ou fixados das segundas.

Quando os regressores são qualitativos ou binários pode-se usar os modelos de probabilidade linear, logit ou o probit. Apesar de o modelo de probabilidade linear ser mais simples, segundo Gujarati (2008) ele contém alguns problemas, principalmente que a probabilidade de ocorrência de algo aumente linearmente com o nível do regressor, o que pode ser evitado usando o modelo logit, cuja diferença para o modelo probit é que este é mais complexo em termos de cálculo matemático. No modelo logit a interpretação dos resultados se dá pela razão de chances. Em Fernandes (2020), os resultados são mostrados como  $\beta$ ,  $\text{Exp}(\beta)$  e  $(\text{exp}(\beta)-1)\times 100$ . O  $\beta$  apresenta a estimação dos coeficientes no qual devem ser observados os sinais das estimativas, que significam um efeito positivo ou negativo na probabilidade estimada, no entanto, ao contrário da regressão linear, não há uma interpretação direta. Assim, há duas formas de interpretar os coeficientes, através da razão de chances  $\text{Exp}(\beta)$  e da transformação da razão de chances em percentual, conforme  $(\text{exp}(\beta)-1)\times 100$ . O modelo logit é aqui usado na taxa de sucesso das áreas e substâncias, que receberam qualificação de 1 quando arrematadas, e 0 quando não arrematadas.

Silva (2022) cita trabalhos que usam regressões lineares por MQO para avaliar os impactos que as variáveis independentes promovem na variável dependente preço, no entanto, o autor atenta para o cuidado com o tratamento dos dados, inclusive com a retirada dos *outliers*, e por isso, em seu estudo, utilizou a regressão quantílica. Santos (2012) foca seu trabalho na técnica de minimização de erros absolutos ponderados que resulta na regressão quantílica e contrapõe que, historicamente, a utilização dos mínimos quadrados foi devido a maior facilidade na utilização, e que com o advento dos programas computacionais essa dificuldade no uso dos erros absolutos foi minimizada. Ainda segundo Santos (2012), o uso dos mínimos quadrados possui duas limitações: primeiro, quando os erros estão distribuídos de uma forma assimétrica ou possuem uma cauda mais pesada que a da distribuição normal, o que afeta a performance da estimação dos parâmetros; segundo, a influência que os *outliers* exercem nas estimativas dos parâmetros. Assim, devido às diferenças entre áreas e substâncias, foi utilizada a regressão quantílica para avaliar as os lances nos diferentes quantis.



3



# 3 METODOLOGIA

Como o trabalho é focado em avaliar determinantes da atratividade dos leilões, especialmente em relação ao valor da informação do potencial econômico das áreas e das substâncias, procurou-se separar as áreas pela sua origem e as substâncias pela sua quantidade, já que foram diversos tipos diferentes de substâncias ofertadas.

Para as áreas, foram identificados cinco grandes grupos:

- i) áreas que pertenciam ao regime de licenciamento, um tipo de regime para agregados para a construção civil;
- ii) áreas descartadas;
- iii) áreas sem conhecimento geológico;
- iv) áreas com conhecimento geológico;
- v) áreas de lavra: apesar de serem áreas com conhecimento geológico, é importante a separação para verificar sua atratividade em relação às áreas da fase anterior, que possuem conhecimento geológico, mas que ainda não obtiveram a concessão (áreas de requerimento de lavra também podem ser colocadas em disponibilidade).

A segunda separação foi em relação às substâncias. Apesar do setor mineral brasileiro possuir lavras de mais de 50 substâncias minerais, foram escolhidas as 10 com maiores quantidades nas cinco primeiras rodadas: areia; argila; areia e argila; calcário; granito; minério de cobre; minério de ferro; minério de ouro; minério de manganês; e quartzito.

Muitas áreas são requeridas para mais de uma substância, causando certa dificuldade na análise dos dados. Um dos motivos para requerer outra substância é o tamanho da área, pois substâncias usadas como agregados para construção civil possuem um limite máximo de 50 ha, então é bastante comum o requerimento de areia e ouro, por exemplo. A ANM só tem certeza de que o processo realmente é para determinada substância após aprovado o RFP. Como essas áreas representam apenas 6,5% das áreas que foram ofertadas, e para minimizar possíveis erros na determinação da substância de áreas sem conhecimento geológico, foram escolhidas as áreas com apenas uma substância, por exemplo, cobre. Se o requerimento foi para cobre e níquel, essa área não foi usada na estatística. Assim, as únicas substâncias que apareceram juntas nas 10 maiores foram areia e argila (além de individualmente), sendo consideradas neste trabalho, pois ambas são usadas como agregados para construção civil. De qualquer forma, se uma área que foi requerida para a substância areia, por exemplo, isso com certeza não representou uma intenção de se explorar manganês, e essa separação, por si só, já tem validade do ponto de vista da diferenciação entre substâncias de agregados para a construção civil (areia e argila), industriais (calcário), rochas ornamentais (quartzito e granito) e de metálicos (cobre, ferro, manganês e ouro).

Para medir se o tamanho da área impactou tanto na probabilidade de arrematação quanto no valor pago, utilizou-se o regressor Hectares, que varia de poucos até 10.000 hectares, de acordo com o grupo de substância e local (áreas situadas na Amazônia Legal e de substâncias que não sejam de agregados para construção civil podem ter até 10.000 hectares).

Importante ressaltar que as cinco rodadas foram consideradas num único período de tempo, já que todas as rodadas foram realizadas praticamente dentro de um período de dois anos; sendo assim, o modelo foi estruturado em *cross-section*. Como demonstrado na ARR – Disponibilidade (BRASIL, 2022), as rodadas foram, em muitos períodos, sobrepostas às outras, então é difícil até considerar que houve uma



curva de aprendizado do setor entre uma rodada e outra, o que poderia levar a uma modificação no comportamento dos agentes. As análises foram realizadas no software R.

Outro fator de extrema importância a ser considerado é que muitos participantes arremataram uma área, mas não a requereram, ou seja, não deram prosseguimento na obtenção do título minerário, e isso será tratado neste estudo, já que as áreas requeridas representam as áreas em que houve interesse comprovado. Para os que não deram continuidade, ou seja, não requereram as áreas, estão previstas sanções como multas e impossibilidade de participar de novas ofertas públicas.

### 3.1. Determinantes da probabilidade de êxito na oferta pública

Para executar a avaliação empírica sobre probabilidade no êxito da oferta pública, é realizada uma regressão logística, conforme fórmula abaixo:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 * Lic_i + \beta_2 * Desc_i + \beta_3 * Semgeo_i + \beta_4 * RFP_i + \beta_5 * Lavra_i + \beta_6 * Areia_i + \beta_7 * Argila_i + \beta_8 * Areia \text{ e } Argila_i + \beta_9 * Calcário_i + \beta_{10} * Cobre_i + \beta_{11} * Granito_i + \beta_{12} * Ferro_i + \beta_{13} * Manganês_i + \beta_{14} * Ouro_i + \beta_{15} * Quartzito_i + \theta * Hectare_i \quad (1)$$

Onde:

- $Y_i = \log(p/(1-p))_i$  = é a probabilidade de sucesso (arrematação da área i);
- $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$  e  $\beta_5$  são os coeficientes do modelo relacionados à avaliação do efeito da informação (conhecimento geológico) sobre a área;
- Lic, Desc, Semgeo, RFP e Lavra são as variáveis preditoras, relacionados aos tipos de áreas relacionados na Tabela 2, ou seja, ao nível de informação existente sobre o potencial econômico da área. Nesse sentido, RFP e Lavra podem ser considerados de alta informação, e os demais de baixa informação. Cada variável consiste em uma dummy, de valor 1,

caso seja do tipo de área em questão (Lic, por exemplo), ou zero, caso não seja do tipo em questão;

- $\beta_6$  a  $\beta_{12}$  são os coeficientes do modelo relacionados à substância ofertada;
- A variável Hectare consiste no tamanho da área colocada para licitação, que pode afetar o interesse do mercado em ofertar.

As substâncias Areia, Areia e Argila, Argila, Calcário, Cobre, Granito, Minério de Ferro (a partir daqui apenas Ferro), Minério de Ouro (a partir daqui apenas Ouro), Minério de Manganês (a partir daqui apenas Manganês) e Quartzito consistem nas principais substâncias em termos de quantidade colocadas em oferta pela ANM. Cada variável consiste em uma dummy, de valor 1, caso seja da substância em questão, ou zero, caso não seja da substância em questão.

### 3.2. Determinantes do valor da oferta pública

Para executar a avaliação empírica sobre o efeito no valor da oferta pública, é realizada uma regressão múltipla por mínimos quadrados ordinários, conforme fórmula abaixo:

$$\text{Valor}_i = \beta_0 + \beta_1 * \text{Lic}_i + \beta_2 * \text{Desc}_i + \beta_3 * \text{Semgeo}_i + \beta_4 * \text{RFP}_i + \beta_5 * \text{Lavra}_i + \beta_6 * \text{Areia}_i + \beta_7 * \text{Argila}_i + \beta_8 * \text{Areia e Argila}_i + \beta_9 * \text{Calcário}_i + \beta_{10} * \text{Cobre}_i + \beta_{11} * \text{Granito}_i + \beta_{12} * \text{Ferro}_i + \beta_{13} * \text{Manganês}_i + \beta_{14} * \text{Ouro}_i + \beta_{15} * \text{Quartzito}_i + \theta * \text{Hectare}_i \quad (2)$$

Onde:

- $\text{Valor}_i$ : montante pago, em reais, ao poder público como resultado da oferta apresentada pelo interessado para cada área  $i$ , sendo zero, caso a área não tenha recebido nenhuma proposta. Portanto, os valores são superiores a zero, caso haja mais de uma proposta.
- Os demais coeficientes são os mesmos descritos na Equação 1.



# 4 RESULTADOS

## 4.1 Resultados Gerais da Oferta Pública

As cinco primeiras rodadas ofertaram 16.480 áreas, sendo 9.643 áreas arrematadas e 6.837 áreas fracassadas. Entende-se como áreas arrematadas aquelas arrematadas: i) na etapa de oferta pública (3.916 áreas), com apenas uma oferta recebida; e ii) que foram para a etapa de leilão (5.727 áreas), ou seja, que tiveram mais de uma proposta na etapa de oferta pública. Essa divisão demonstra a quantidade de áreas que tiveram interessados (arrematadas), mas é importante ressaltar que tanto as áreas arrematadas na oferta pública quanto na etapa de leilão podem, na verdade, ter fracassado posteriormente ao não terem sido requeridas, ou seja, o agente, apesar de ter ganho a área, não deu prosseguimento no seu requerimento. As áreas efetivamente requeridas somam 5.295.

A Tabela 2 sumariza os dados das cinco rodadas. Nela, pode-se verificar que a Rodada 1 foi a que teve a maior quantidade de áreas fracassadas, 64,5%, e a menor quantidade de áreas arrematadas na oferta pública, 20,1%.

As demais rodadas mostram quantidades parecidas de áreas fracassadas, arrematadas e para leilão, mas a rodada 4 apresentou uma quantidade ligeiramente maior de áreas para leilão, de 41,7%, comparada à média de 34,7%. Em termos de valor médio dos lances, a rodada 2 foi a que teve a menor média, com apenas R\$ 13.595. Nessa rodada foi testada a regra de, caso o primeiro colocado não honrasse o lance, a área seria oferecida para o segundo colocado que, caso também não honrasse o lance, seria oferecida para o terceiro colocado. No entanto, segundo a ARR da Disponibilidade (Brasil, 2022), essa modificação foi descartada para se evitar conluios.

**Tabela 2:** Dados gerais das rodadas

Rodada	Áreas ofertadas	Áreas fracassadas	%	Áreas arrematadas na oferta	%	Áreas para leilão	%	Valor médio dos lances
1	502	324	64,5	101	20,1	77	15,3	30.850
2	7.041	2.915	41,4	1719	24,4	2.407	34,2	13.595
3	2.765	1.102	39,8	572	20,7	1.091	39,4	53.639
4	1.658	577	34,8	389	23,5	692	41,7	74.570
5	4.514	1.919	42,5	1.135	25,1	1.460	32,3	151.440
<b>Total</b>	16.480	6.837	41,5	3.916	23,8	5.727	34,7	83.537

Fonte: SOPLE

Já a Tabela 3 mostra as quantidades de área por origem disponibilizadas nas 5 primeiras rodadas, onde pode-se verificar que as áreas sem conhecimento geológico foram a grande maioria, com 70,2%, enquanto as áreas com conhecimento geológico, juntamente com as de lavra, somam apenas 6,5%. Não estão mostradas na tabela, pois não foram usadas no estudo, áreas do regime de extração, um regime específico para órgãos públicos, e que somaram apenas 4 áreas.

**Tabela 3:** Quantidade de áreas por origem

Tipo de área	Quantidade	%	Conhecimento geológico
Licenciamento	1.475	8,9	Nenhum ou baixo
Descartadas	2.355	14,3	Nenhum ou baixo
Sem Conhecimento Geológico	11.575	70,2	Nenhum ou baixo
Relatório Final de Pesquisa Aprovado	643	3,9	Alto
Lavra	428	2,6	Alto
Total	16.480	100	

Fonte: elaboração própria a partir dos dados do SOPLE e Sistema Cadastro Mineiro.

## 4.2 Determinantes da probabilidade de êxito na oferta pública

O êxito na oferta pública considerou a manifestação de interesse na primeira etapa, em que as áreas receberam a denominação de “arrematadas” quando tiveram apenas uma manifestação; ou a de “aguardando leilão”, quando receberam duas ou mais manifestações. Assim, ambas, arrematadas e aguardando leilão, foram consideradas arrematadas.

Quando não receberam manifestações de interesse, foram consideradas fracassadas, ficando livres para novos interessados.

Importante ressaltar que mesmo áreas arrematadas ou aguardando leilão podem ter fracassado posteriormente devido: i) as arrematadas, por não terem sido requeridas pelos interessados; ii) e as do leilão, ao não terem recebido lances, ou ainda terem recebido lances, mas que não foram pagos ou, por último, a área não ter sido requerida.

Antes de procedermos à regressão logística foi verificada a probabilidade de arremate geral das áreas, de 58,5% para as arrematadas na etapa de oferta pública conforme explicado acima e de 32% para as realmente requeridas.

A primeira regressão logística considerou como sucesso as áreas que receberam manifestação de interesse na primeira etapa da oferta pública. Os resultados podem ser visualizados na Tabela 4 e mostram que as áreas de licenciamento, descartadas e sem conhecimento geológico têm diminuição na probabilidade de arrematação, sendo que as áreas provenientes do regime de licenciamento foram as únicas que ficaram perto da significância estatística. Já as áreas com relatório final de pesquisa positivo, que serão referenciadas agora apenas como RFP+, e lavra apresentam um aumento na probabilidade de arrematação, sendo as de lavra estatisticamente significativas. Essas áreas de lavra apresentam, nesse modelo, 3,3 mais chances de

arrematação que as demais, o que equivale a 230,3% de probabilidade de arrematação. Áreas de ouro têm uma razão de chances de 2,8 na arrematação, equivalentes a 181,4% de probabilidade de arrematação. Áreas de manganês têm 94,2% de probabilidade de arrematação e de calcário 54,5% de probabilidade. Ainda em relação às substâncias que ficaram com significância estatística, cobre tem probabilidade de 33,2% de arrematação e areia e argila, 20,3% de arrematação. As duas substâncias areia e argila, isoladamente, têm diminuição nas chances de arrematação. Granito, quartzito e ferro não tiveram significância estatística nesse modelo, assim como as áreas de licenciamento, descartadas, sem conhecimento geológico e de RFP<sup>+</sup>. A variável Hectares tem efeito nulo nas chances de arrematação.

**Tabela 4:** Resultados da regressão logística para as áreas arrematadas

Coeficientes	Estimativa ( $\beta$ )	Std. Error	z value	Pr(> z )	Exp ( $\beta$ )	(exp( $\beta$ )-1)x100
(Intercepto)	0,288	0,293	0,985	0,325	1,338	33,8
Licenciamento	-0,582	0,297	-1,955	0,052 .	0,550	-44,3
Descartada	-0,184	0,294	-0,627	0,530	0,829	-17,1
Semgeo	-0,041	0,293	-0,141	0,887	0,956	-4,4
RFP <sup>+</sup>	0,281	0,303	0,929	0,352	1,321	32,1
Lavra	1,193	0,316	3,773	0,000 ***	3,302	230,3
Areia	-0,155	0,068	-2,276	0,023 *	0,856	-14,4
Argila	-0,312	0,061	-5,087	0,000 ***	0,732	-26,8
Areia e argila	0,184	0,078	2,344	0,019 *	1,202	20,3
Calcário	0,435	0,083	5,221	0,000 ***	1,545	54,5
Cobre	0,287	0,101	2,844	0,004 **	1,331	33,2
Granito	-0,041	0,059	-0,694	0,488	0,959	-4,0
Ferro	0,112	0,066	1,689	0,091 .	1,118	11,8
Manganês	0,639	0,107	6,195	0,000 ***	1,942	94,2
Ouro	1,035	0,072	14,426	0,000 ***	2,814	181,4
Quartzito	-0,036	0,098	-0,369	0,712	0,964	-3,5
Hectares	0,000	0,000	3,259	0,001**	1,000	0,0

Notas: Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1). Null deviance: 22366 on 16479 degrees of freedom.

Residual deviance: 21615 on 16463 degrees of freedom. AIC: 21649 Number of Fisher Scoring iterations: 4

Fonte : Elaborado pelo autor.

Na Tabela 5 estão os resultados para a mesma regressão probabilística; no entanto, ao invés de o sucesso ser a manifestação de interesse, este passou a ser as áreas que foram de fato requeridas. Considera-se esse um cenário melhor que o da manifestação de interesse, já que o requerimento posterior demonstra que o agente realmente tinha interesse na área. Isso porque muitos agentes podem ter manifestado interesse na primeira fase de oferta pública para ver se conquistavam as áreas sem maior concorrência. Tal comportamento pode ser identificado nas atas da oferta pública disponíveis na plataforma SOPLE, onde há agentes participando da primeira fase, mas que depois não estão presentes na fase de leilão, ou seja, não deram lances. Nesse cenário de áreas efetivamente requeridas, o critério de informação de Akaike - AIC foi menor que no de áreas arrematadas, mostrando o melhor ajuste do modelo.

Esse novo cenário mostrou que as áreas de licenciamento, descartadas e sem conhecimento geológico continuaram com diminuição nas probabilidades de arrematação, enquanto as com RFP<sup>+</sup> e lavra, com aumento, de forma que em RFP<sup>+</sup> o aumento foi significativo (32,1% de probabilidade de arrematação para 53,3% de probabilidade), mostrando que são áreas de valor. No entanto, os resultados de RFP<sup>+</sup> em ambos os cenários não foram estatisticamente relevantes.

Em relação às substâncias, areia, argila e granito apresentaram diminuição na probabilidade de arrematação, sendo que areia ficou próximo da significância estatística. Tendo em vista que a probabilidade de arrematação das áreas realmente requeridas é menor que as das áreas arrematadas, espera-se que todas as áreas e substâncias tenham tido diminuição na probabilidade de arrematação no modelo das requeridas. No entanto, areia e argila tiveram 20,3% de probabilidade de arrematação no modelo de arrematadas, e 31,8% de probabilidade no modelo de requeridas, assim como calcário, com 54,2% de probabilidade nas arrematadas passou para 64,1% de probabilidade nas requeridas.

Nesse modelo de realmente requeridas, portanto, a probabilidade de arrematação foi maior nas áreas de lavra (140,9%), seguidas de ouro (120,6%), manganês (64,6%), calcário (64,1%), areia e argila (31,8%) e cobre (6,3%), todas com significância estatística. Aqui, novamente, a variável Hectares não impacta na probabilidade de arrematação.



**Tabela 5:** Resultados da regressão logística para a origem das áreas que foram requeridas.

Coeficientes	Estimativa ( $\beta$ )	Std. Erro	z value	Pr(> z )	Exp ( $\beta$ )	(exp( $\beta$ )-1)x100
(Intercepto)	-0,610	0,314	-1,944	0,052	0,543.	-45,7.
Licenciamento	-0,837	0,320	-2,611	0,009 **	0,432	-56,7
Descartada	-0,392	0,315	-1,244	0,214	0,675	-32,4
Semgeo	-0,193	0,314	-0,615	0,538	0,824	-17,6
RFP+	0,427	0,322	1,326	0,185	1,532	53,3
Lavra	0,879	0,326	2,699	0,007 **	2,408	140,9
Areia	-0,135	0,078	-1,738	0,082 .	0,873	-12,6
Argila	-0,194	0,069	-2,809	0,005 **	0,823	-17,6
AreiaeArgila	0,276	0,081	3,398	0,000 ** *	1,317	31,8
Calcário	0,495	0,080	6,155	0,000 ** *	1,640	64,1
Cobre	0,061	0,104	0,590	0,555	1,063	6,3
Granito	-0,239	0,066	-3,602	0,000 ** *	0,787	-21,2
Ferro	0,043	0,069	0,609	0,542	1,043	4,3
Manganês	0,498	0,098	5,074	0,000 ** *	1,646	64,6
Ouro	0,791	0,061	12,926	0,000 ** *	2,206	120,6
Quartzito	0,168	0,102	1,645	0,099	1,182	18,3
Hectares	-0,000	0,000	-1,614	0,010	0,999	0,0

Notas: Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1). Null deviance: 20694 on 16479 degrees of freedom.

Residual deviance: 20084 on 16463 degrees of freedom

AIC: 20116 Number of Fisher Scoring iterations: 4

Fonte : Elaboração

Por fim, foram rodados outros modelos, sendo um deles após ter sido realizado um teste para detectar multicolineariedade onde as variáveis licenciamento, descartada, semgeo e RFP+ apresentaram VIF (*variante inflation factor*) alto.

Nesse sentido, foi apresentado um modelo que simplifica a diferença de conhecimento entre as áreas e permite melhorar interpretação do coeficiente, de forma a termos uma única *dummy* de conhecimento geológico (aqui nominada "ConhecimentoGeo") que agrega as áreas de lavra e as de RFP+. Assim, foi estimada a seguinte equação:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 * \text{ConhecimentoGeo}_i + \beta_6 * \text{Areia}_i + \beta_7 * \text{Argila}_i + \beta_8 * \text{Areia e Argila}_i + \beta_9 * \text{Calcário}_i + \beta_{10} * \text{Cobre}_i + \beta_{11} * \text{Granito}_i + \beta_{12} * \text{Ferro}_i + \beta_{13} * \text{Manganês}_i + \beta_{14} * \text{Ouro}_i + \beta_{15} * \text{Quartzito}_i + \theta * \text{Hectare}_i$$

(3)

Em que a variável ConhecimentoGeo foi construída conforme Tabela 6 abaixo.

**Tabela 6:** Modelo com apenas uma variável de conhecimento geológico (ConhecimentoGeo)

Tipo de área	Conhecimento geológico	Dummy
LICENCIAMENTO	Nenhum ou baixo	0
DESCARTADA	Nenhum ou baixo	0
SEM CONHECIMENTO GEOLÓGICO	Nenhum ou baixo	0
ConhecimentoGeo (LAVRA e RFP+)	Alto	1

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados para o modelo considerando a variável ConhecimentoGeo, ao invés das variáveis anteriores relativas ao conhecimento geológico são apresentados na Tabela 7 abaixo. Uma das vantagens desse modelo é que uma maior quantidade de variáveis teve significância estatística, sendo que apenas granito e quartzito não

apresentaram. Novamente, as áreas com conhecimento geológico, areia e argila, calcário, cobre, manganês e ouro são as que apresentam as maiores probabilidades de arrematação. A substância ferro, agora com significância estatística, tem 18,6% de probabilidade de arrematação nesse modelo. E, assim como os modelos anteriores, a variável Hectares possui efeito nulo nas probabilidades de arrematação.

**Tabela 7:** Resultados da regressão logística para as áreas arrematadas e variável ConhecimentoGeo

Coeficientes	Estimativa ( $\beta$ )	Std. Error	z value	Pr(> z )	Exp ( $\beta$ )	(exp( $\beta$ )-1)x100
(Intercepto)	0,152	0,027	5,653	0,000***	1,164	16,4
ConhecimentoGeo	0,743	0,070	10,548	0,000***	2,103	110,3
Areia	-0,287	0,065	-4,381	0,000***	0,750	-24,9
Argila	-0,377	0,060	-6,239	0,000***	0,685	-31,4
Areia e argila	0,194	0,078	2,479	0,013*	1,214	21,4
Calcário	0,480	0,083	5,784	0,000***	1,617	61,7
Cobre	0,354	0,100	3,533	0,000***	1,425	42,5
Granito	0,010	0,059	0,172	0,863	1,010	1,0
Ferro	0,170	0,065	2,601	0,009**	1,186	18,6
Manganês	0,724	0,107	6,777	0,000***	2,063	106,3
Ouro	1,094	0,071	15,368	0,000***	2,985	198,5
Quartzito	0,018	0,097	0,189	0,850	1,018	1,8
Hectares	0,000	0,000	4,682	0,000***	1,000	0,0

Notas: Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1). Null deviance: 22366 on 16479 degrees of freedom.

Residual deviance: 21739 on 16467 degrees of freedom. AIC: 21765 Number of Fisher Scoring iterations: 4

Fonte: Elaboração própria.

Já o modelo com a probabilidade de arrematação das áreas que foram realmente requeridas é mostrado na Tabela 8, que apresentou

um AIC de 20210 contra 21765 das áreas arrematadas, assim, novamente, esse é considerado o melhor modelo. Aqui, as substâncias ferro e cobre não apresentaram significância estatística. Nesse modelo, as áreas de conhecimento geológico apresentam uma razão de chances de 2,456 de arremate, o que significa 145,6% de probabilidade de arrematação. A substância ouro apresenta 136,1% de probabilidade de arrematação, enquanto manganês e calcário 76,3% e 71,9%, respectivamente. Areia e argila ficaram com 32,2% de probabilidade de arrematação e quartzito com 26,3%, agora com significância estatística.

**Tabela 8:** Resultados da regressão logística para as áreas requeridas e variável ConhecimentoGeo

Coeficientes	Estimativa ( $\beta$ )	Std. Erro	z valor	Pr(> z )	Exp ( $\beta$ )	(exp( $\beta$ )-1)x100
(Intercepto)	-0,910	0,029	-31,545	0,000** *	0,402	-59,9
ConhecimentoGeo	0,899	0,065	13,868	0,000** *	2,456	145,6
Areia	-0,280	0,075	-3,733	0,000** *	0,755	-24,4
Argila	-0,263	0,068	-3,844	0,000** *	0,769	-23,1
Areia e argila	-0,279	0,087	3,462	0,000** *	1,322	32,2
Calcário	0,542	0,080	6,758	0,000** *	1,719	71,9
Cobre	0,140	0,103	1,359	0,174	1,151	15,1
Granito	-0,187	0,066	-2,839	0,004**	0,829	-17,0
Ferro	0,113	0,069	1,631	0,103	1,119	11,9
Manganês	0,567	0,097	5,790	0,000** *	1,762	76,3
Ouro	0,859	0,060	14,180	0,000** *	2,361	136,1
Quartzito	0,233	0,102	2,296	0,022*	1,263	26,3
Hectares	-0,000	0,000	-0,273	0,785	0,999	-0,0

Notas: Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1). Null deviance: 20694 on 16479 degrees of freedom.

Residual deviance: 20184 on 16467 degrees of freedom. AIC: 20210 Number of Fisher Scoring iterations: 4

Fonte: Elaboração própria.

Apesar deste ser o melhor modelo, as Tabelas 4 e 5 foram mantidas porque mostram o interesse nos diversos tipos de áreas, principalmente entre os dois tipos de áreas com conhecimento

geológico, as com RFP+ e as de lavra, sendo que estas últimas possuem uma razão de chances de arrematação maior, mostrando, portanto, o potencial das áreas ofertadas para lavra, conforme mostrado na Figura 2.

Os diversos modelos rodados serviram para capturar os efeitos das áreas e substâncias. Apesar de o objetivo inicial ter sido mostrar e medir a probabilidade das diferentes áreas de tal modo que áreas com conhecimento geológico possuem uma probabilidade de arrematação maior, também foi possível medir o efeito das dez maiores substâncias (em quantidade), de tal modo que áreas com conhecimento geológico possuem altíssima probabilidade de arrematação, assim como as substâncias ouro, calcário e manganês.

### 4.3 Determinantes do valor da etapa de leilão

Para a etapa de leilão os lances das cinco rodadas somaram R\$ 347 milhões, mas foram efetivamente pagos R\$ 276 milhões. Para as substâncias escolhidas as estatísticas revelam que aquelas utilizadas na construção civil, como areia e argila, tiveram médias dos lances mais baixos, de R\$ 18.801 e R\$ 24.550 respectivamente. Para a substância granito, a média dos lances foi maior, de R\$ 35.190, sendo que não há distinção entre granito usado para brita, de mais baixo valor agregado, para granito usado como rocha ornamental. É também o caso do calcário, que pode ser usado para cimento, cal e corretivo, e que teve a média dos lances em R\$ 52.517.

A maior arrecadação foi de minério de ouro, com R\$ 85 milhões, e com média dos lances de R\$ 132.349. A maior média foi de minério de ferro, com R\$ 197.444, e arrecadação de R\$74 milhões. No entanto, só uma área para minério de ferro teve um lance de R\$50 milhões, o que influenciou essa variável. Com isso, minério de ferro e minério de ouro perfazem R\$ 159 milhões, ou seja, 45% dos lances das cinco rodadas. As somas dos lances e as médias são mostradas na Tabela 9.

**Tabela 9:** Soma dos lances totais e por substâncias.

Total dos lances (R\$)		346.698.628	
Total efetivamente pago (R\$)		275.625.962	
Substância	Quantidade	Soma dos Lances (R\$)	Média dos Lances (R\$)
Areia	1.126	3.179.790	18.380,29
Argila	1.353	5.913.227	28.845,01
AreiaeArgila	762	6.138.046	29.845,01

<b>Calcário</b>	727	15.203.491	58.250,93
<b>Cobre</b>	464	18.680.707	137.358,14
<b>Granito</b>	1.427	10.348.239	34.725,63
<b>Minério de Ferro</b>	1.157	73.844.174	197.444,31
<b>Minério de Manganês</b>	466	10.777.460	58.256,54
<b>Minério de Ouro</b>	1.391	88.321.825	130.076,33
<b>Quartzito</b>	462	4.983.039	39.547,93

Fonte: SOPLE.

Foi realizada regressão múltipla por mínimos quadrados ordinários para avaliação empírica sobre o valor da oferta. Apenas a variável ferro mostrou significância estatística conforme Tabela 10.

**Tabela 10:** Regressão por múltiplos quadrados ordinários para variável dependente valor da oferta

<b>Coefficientes:</b>	<b>Estimate</b>	<b>Std. Error</b>	<b>t value</b>	<b>Pr(&gt; z )</b>
<b>(Intercepto)</b>	57.296	24.404,6	2,348	0,019 *
<b>Conheciment oGeo</b>	37.306	45.441	0,821	0,412
<b>Areia</b>	-44.581	71.868	-0,620	0,535
<b>Argila</b>	-36.988	66.331	-0,558	0,577
<b>AreiaeArgila</b>	-31.713	66.161	-0,479	0,632
<b>Calcário</b>	-4.808	59.743	-0,080	0,936
<b>Cobre</b>	75.532	79.915	0,945	0,345
<b>Granito</b>	-29.282	56.455	-0,519	0,604
<b>Ferro</b>	135.933	56.456	2,643	0,008 **
<b>Manganês</b>	-4.345	69.515	-0,063	0,950
<b>Ouro</b>	67.347	41.342	1,629	0,103
<b>Quartzito</b>	-24.736	82.672	-0,299	0,765
<b>Hectares</b>	1	6	0,266	0,790

Notas: Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 893500 on 4324 degrees of freedom. Multiple R-squared: 0.003186, Adjusted R-squared: 0,0004196. F-statistic: 1,152 on 12 and 4324 DF, p-value: 0.3127

Fonte: Elaboração própria.

Assim, buscou-se algumas hipóteses para explicar a significância para apenas minério de ferro. Ao analisar as planilhas verifica-se a existência de *outliers*, como exemplos, uma área de minério de ferro pela qual a Mineração Usiminas pagou R\$ 50 milhões, ou ainda um agente que pagou em uma área para a substância mármore R\$ 8,5 milhões. Tais valores fogem das médias, possivelmente porque os agentes visam garantir a continuação de suas lavras. Em resumo, temos as seguintes explicações para lances muito diferentes:

1) **Diversidade de áreas e substâncias:** substâncias de agregados para a construção civil (areia e argila) possuem valores bem

menores que substâncias metálicas. As áreas de conhecimento geológico provavelmente devem receber lances maiores, conforme hipótese da Figura 2. Assim, há uma mistura de diferentes áreas e diferentes substâncias.

2) Áreas de valor privado podem receber lances muito maiores devido à assimetria de informações. Agentes com áreas próximas que desejam a continuação de seu negócio ou até mesmo a proteção de seu mercado contra novos concorrentes podem dar lances muito maiores, conforme já exemplificado no caso das duas áreas acima.

Assim, aplicou-se a regressão quantílica, na tentativa de capturar os efeitos das áreas e substâncias nos diferentes quantis de valores, e também para controlar para possível efeito de *outliers* (Silva, 2022), conforme fórmula a seguir:

$$Q_{\tau}(\text{Valor}|\text{Áreas e Substâncias}) = \beta_0(\tau) + \beta_5(\tau)*\text{ConhecimentoGeo}_i + \beta_6(\tau)*\text{Areia}_i + \beta_7(\tau)*\text{Argila}_i + \beta_8(\tau)*\text{AreiaeArgila}_i + \beta_9(\tau)*\text{Calcário}_i + \beta_{10}(\tau)*\text{Cobre}_i + \beta_{11}(\tau)*\text{Granito}_i + \beta_{12}(\tau)*\text{Ferro}_i + \beta_{13}(\tau)*\text{Manganês}_i + \beta_{14}(\tau)*\text{Ouro}_i + \beta_{15}(\tau)*\text{Quartzito}_i + \theta(\tau)*\text{Hectare}_i \text{ para } (\tau = 0,25; 0,50; 0,75; 0,90)$$

(4)

Onde:

- $\text{Valor}_i$ : montante pago, em reais, ao poder público como resultado da oferta apresentada pelo interessado para cada área  $i$ , sendo zero, caso a área não tenha recebido nenhuma proposta ou tenha recebido uma única proposta (situação em que não vai a leilão). Portanto, os valores são superiores a zero, caso haja mais de uma proposta.
- Os demais coeficientes são os mesmos descritos na Equação 1.

Os resultados são mostrados na Tabela 11.

**Tabela 11:** Resultados da regressão quantílica para variável dependente valor de oferta

Coeficientes	$\tau = 0,25$	$\tau = 0,5$	$\tau = 0,75$	$\tau = 0,9$
<b>Intercepto</b>	2.778,1***	8.185,6***	28.432,2***	81.741,2***
<b>ConhecimentoGeo</b>	389,0	4.393,5**	20.181,6***	59.638,5*
<b>Areia</b>	219,4	-103,2	-7.488,2*	-39.323,8***
<b>Argila</b>	218,7	-2.394,9 .	-7.919,2 .	-30.045,3**
<b>AreiaeArgila</b>	117,3	-2.508,1**	-9448,8*	-25.038,4

<b>Calcário</b>	2.324,8***	11.800,2**	20.986,2***	49.759,8
<b>Cobre</b>	125,5	1.202,2	51.926,1***	333.954,1
<b>Granito</b>	67,2	-246,6	-6.707,9	-21.369,2
<b>Ferro</b>	-319,5	-2.830,1*	-2.560,9	38.468,9
<b>Manganês</b>	-764,4**	-1.405,1	1.276,9	26.505,5
<b>Ouro</b>	2.169,0***	12.636,7***	23.589,7***	115.439,6***
<b>Quartzito</b>	-776,0 .	-3.053,6*	-10.421,2**	18.601,5
<b>Hectares</b>	0*	0,4 .	2,1***	-0,8
<b>Nº observações</b>	1084	2168	3253	3903

Nota: Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Fonte: Elaboração própria.

O quantil 0,1 só teve 434 observações sendo, por isso, excluído, enquanto os quantis 0,75 e 0,9 são os que possuem uma quantidade maior de observações, 3253 e 3903, respectivamente. A regressão quantílica mostra uma quantidade maior de variáveis com significância estatística, em relação ao modelo de múltiplos quadrados ordinários. De início, há o crescimento dos valores do intercepto nos quantis superiores e o acompanhamento desse crescimento pelas áreas com conhecimento geológico e pelas substâncias calcário e ouro, sendo que ouro apresentou significância estatística em todos os quantis, indo do valor de R\$2.169,0 no quantil 0,25 para R\$115.439,6 no quantil 0,9. As áreas com conhecimento geológico, calcário, cobre e ouro mostraram uma boa aderência ao modelo e contribuições positivas ao resultado do leilão.

As áreas de areia, argila, areia e argila, ferro, manganês e quartzito, quando apresentaram significância estatística, tiveram valores negativos de contribuição aos valores da regressão.

A variável hectares não tem influência nos valores, e também como não alterou a razão de chances, ela não impacta na oferta pública, ou seja, o tamanho da área não altera a probabilidade de arremate nem o valor ofertado.





# 5



## 5 CONCLUSÃO

Neste trabalho foram analisadas as cinco primeiras rodadas das ofertas públicas realizadas pela ANM, entre os anos de 2020 e 2022. A primeira rodada teve um caráter mais experimental, com poucas áreas, para testar a plataforma SOPLE, construído especificamente para o novo modelo de disponibilidade. As análises empíricas foram em relação à probabilidade de arrematação e valores de oferta, em função das variáveis de nível de conhecimento geológico sobre as áreas e as substâncias.

As áreas foram separadas em cinco tipos, de acordo com sua origem: i - áreas provenientes do regime de licenciamento; ii – áreas descartadas; iii – áreas sem conhecimento geológico; iv – áreas com conhecimento geológico; v – áreas disponíveis para lavra. Já as substâncias foram separadas pelas dez maiores em quantidade.

Em relação à probabilidade de sucesso, a regressão mostrou que as áreas com conhecimento geológico, compreendidas pelas áreas com relatório final de pesquisa aprovado e as áreas de lavra, possuem maior probabilidade de arrematação. Já em relação às substâncias, áreas de ouro apresentaram grande probabilidade de arrematação, seguidas de áreas de manganês e calcário. Áreas de ferro, cobre, quartzito e areia e argila também mostraram maiores probabilidades de

arremate. Em especial, áreas de lavra e de ouro são as que possuem a mais alta probabilidade de arrematação.

Já em relação ao leilão, fase posterior em que as áreas com registro de mais de dois interesses na primeira etapa da oferta pública recebem lances, as áreas com conhecimento geológico e as substâncias calcário, cobre e ouro apresentaram um valor de oferta significativamente maior em comparação com as áreas e substâncias que não possuem essas características. Para capturar a dispersão nos lances foi realizada regressão quantílica, que se mostrou mais adequada que a linear de mínimos quadrados ordinários, já que capturou os diferentes quantis dos lances. Assim, a hipótese de que as áreas com conhecimento geológico da Figura 2 teriam maior probabilidade de arrematação e maiores valores foi confirmada.

A combinação das duas regressões e de outras informações obtidas fornecem um panorama interessante para o Governo Federal, mostrando áreas e substâncias que possuem maior probabilidade de arrematação e arrecadação. Pode haver, assim, a combinação dessas variáveis visando maior sucesso na oferta e arrecadação pelo Governo. Logo, áreas com conhecimento geológico e para as substâncias calcário, cobre e ouro formam um cenário de alta probabilidade de arrematação e maior valor de arrecadação. Além disso, um dos resultados pode ser a previsão de arrecadação para os próximos leilões, considerando a probabilidade de arrematação e valores dos lances. Como exemplo: leilão com certas áreas (tipos de áreas) e substâncias (alguma das 10 maiores substâncias) podem ser inseridos na Equação 4 para previsão de arrecadação.

Além disso, podem ser suscitadas outras questões, por exemplo, segundo o Sistema Cadastro Mineiro da ANM, há mais de 23 mil áreas nas fases de requerimento de lavra, o que exige do Governo exigências com prazos para que essas áreas se tornem concessões de lavra produtivas, gerando emprego e renda. Do contrário, devem ser colocadas em disponibilidade para outros interessados. Há, também, concessões de lavra paralisadas, que podem ser fiscalizadas com exigências para saber se o titular ainda possui interesse. Caso não haja, tais áreas podem ser caducadas para serem ofertadas para novos agentes via oferta pública. Ou seja, o Governo pode atuar para tornar as áreas hoje improdutivas em produtivas, obtendo arrecadação com o leilão e também com a movimentação econômica do setor (contratação de mão de obra e serviços para execução de trabalhos de pesquisa e lavra).

Além das ações de fiscalização por parte da Agência, há ainda os Editais já lançados no modelo de disponibilidade anterior cujos envelopes ainda não foram abertos. Estima-se cerca de 600 processos minerários nessas condições. A ARR da Disponibilidade (Brasil, 2022) já aventou a possibilidade de esses Editais serem cancelados e as áreas inseridas no novo modelo. Ressalta-se que são áreas que já tiveram os Editais publicados e com entrega de propostas, ou seja, significa que são áreas atraentes. Essa mudança traria várias vantagens: ao invés de um procedimento que leva anos para ser finalizado, a oferta pública é muito mais rápida, e por serem áreas atraentes há grande probabilidade de irem para a etapa de leilão, ou seja, haveria arrecadação. Por último, há a economia para os cofres públicos, já que o modelo anterior necessita de comissões formadas por três integrantes que consomem diárias, passagens e tempo dos servidores que poderiam estar exercendo outras funções. As ofertas públicas disponibilizam uma grande quantidade de áreas a cada rodada, que geram emprego e renda no setor, movimentando a economia. Assim, é mais do plausível que o Governo busque disponibilizar essas áreas do modelo antigo no novo formato.

Outro panorama que pode ser visualizado com as cinco ofertas públicas é a de possível escassez no mercado de determinadas substâncias, como calcário, podendo o Governo dar prioridade para serem incluídas em próximos certames.

Para o setor privado, que busca geração de retorno financeiro, a pesquisa de informação nos processos minerários pode indicar áreas e substâncias com maior probabilidade de arrematação, reduzindo sensivelmente gastos iniciais com pesquisa mineral. Sugere-se, portanto, a disponibilização pela ANM da maior quantidade de informações possíveis para os agentes interessados, visando o aumento da atratividade das ofertas públicas.

Em relação ao design do leilão, percebe-se que o formato atual, com uma primeira etapa de oferta pública, tem a vantagem de já mostrar quais áreas são interessantes e quais não são, sendo que essas ficam livres e limpam o banco de dados da ANM. No entanto, essa primeira fase também permite comportamento especulativo/estratégico por parte de agentes, que mostram interesse em áreas esperando que não haja mais interessados e, caso haja, desistem e não participam da etapa seguinte de leilão. Isso é facilitado porque o modelo da ANM não exige apresentação de garantia de proposta, dado o intuito de simplificar o processo. Esse comportamento



é, de certa forma, prejudicial porque dá a entender aos outros interessados que a área é mais interessante do que pode ser na verdade. Uma alternativa a esse comportamento seria a retirada da etapa de oferta pública e concorrência apenas por leilão, ou seja, apenas uma etapa ao invés de duas. Espera-se que esse trabalho contribua para isso, já que mostra que há diferenças entre os tipos de áreas e substâncias, podendo a ANM estabelecer, como sugestão, parâmetros mais céleres para as áreas que mostraram maior taxa de sucesso na arrematação e maiores valores.

# REFERÊNCIAS

# REFERÊNCIAS

## REFERÊNCIAS

ASHENFELTER, Orley C.; GENESOVE, David. Testing for price anomalies in real estate auctions. **The American Economic Review**, vol. 82, no. 2, Papers and Proceedings of the Hundred and Fourth Annual Meeting of the American Economic Association, 1992, pp. 501-505.

BAZERMAN, M. H.; SAMUELSON, W. F. I won the auction but don't want the prize. **Journal of Conflict Resolution**, v. 27, n. 4, p. 618-634, 1983.

BOONE, Audra L.; MULHERIN, J. Harold. Do auctions induce a winner's curse? New evidence from the corporate takeover market. **Journal of Financial Economics**, v. 89, n. 1, p. 1-19, 2008.

BRASIL: **Sistema Oferta Pública e Leilão de Áreas** – SOPLE. Disponível em: SOPLE - Sistema Oferta Pública e Leilão de Áreas 1.0.0.15 (anm.gov.br). Acessado em: set. 2023.

BRASIL: **Avaliação de Resultado Regulatório – ARR - Disponibilidade de Áreas**. Microsoft Word - Relatório-ARR-DISPONIBILIDADE v2.0 6dez.docx (anm.gov.br), 2022.

BRASIL: Sistema Cadastro Mineiro. Disponível em: <https://sistemas.anm.gov.br/SCM/Intra/site/admin/dadosProcesso.aspx>. Acessado em: set. 2023.

BRASIL (2016): Agência Nacional de Mineração. Portaria ANM nº 155/2016. Disponível em: [https://anmlegis.datalegis.net/action/ActionDatalegis.php?acao=abrirTextoAto&link=S&tipo=POR&numeroAto=00000155&seqAto=000&valorAno=2016&orgao=DNPM/MME&cod\\_modulo=351&cod\\_menu=7909](https://anmlegis.datalegis.net/action/ActionDatalegis.php?acao=abrirTextoAto&link=S&tipo=POR&numeroAto=00000155&seqAto=000&valorAno=2016&orgao=DNPM/MME&cod_modulo=351&cod_menu=7909). Acessado em: set. 2023.

BRASIL, E; POSTALI, F. Assimetrias entre os competidores nos leilões da ANP. **Economia Aplicada**, v. 17, p. 215-241, 2013.

BRASIL, Eric. **Renda de informação nos leilões de exploração de petróleo no Brasil: uma estimação não-paramétrica com assimetria entre os agentes**. 2009. 53 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Departamento de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.

CAPEN, Edward C.; CLAPP, Robert V.; CAMPBELL, William M. Competitive bidding in high-risk situations. **Journal of Petroleum Technology**, v. 23, n. 06, p. 641-653, 1971.

CARVALHO, Raquel. **Análise dos resultados dos leilões de transmissão de energia elétrica no Brasil**. 2011. 97 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Regulação e Gestão de Negócios) - Departamento de Economia, Universidade de Brasília. Brasília, 2012.

FERNANDES, A. A. T. et.al. Leia este artigo se você quiser aprender regressão logística. **Revista de Sociologia e Política**, v. 28, n. 74, e006, 2020.

HAILE, P. et.al. Recent U.S. Offshore Oil and Gas Lease Bidding: A Progress Report. Working Paper#0101. **The Center for Study of Industrial Organization**, 2009.

HENDRICKS, K; PORTER, R. An Empirical Study of An Auction with Assymmetric Information. **The American Economic Review**, v. 78, n. 5, pp. 865-883, 1999.

LAKATOS, E; MARCONI, M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 2007.

MARINI, Onildo. Potencial Mineral do Brasil. *In*: **Recursos Minerais do Brasil: Problemas e Desafios**. MELFI, Adolpho et. al. (orgs.). Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2016.

MATTOS, C. Licitações da ANP, Petrobrás e a “Maldição do Vencedor”. *In*: **Marcos Regulatórios no Brasil: incentivos ao investimento e governança regulatória**. SALGADO, Lucia; MOTTA, Ronaldo (ed.). Rio de Janeiro: Ipea, 2008. 212 p.

MCAFFE, R. Preston.; MCMILLAN, John. Auctions and Bidding. **Journal of Economic Literature**, Vol. 25, n° 2 (June 1987), pp. 699-738.

MCGUIGAN, James R. *et.al.* **Economia de Empresas: aplicações, estratégias e táticas**. 3. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

MONTEIRO, Alexandre. **“Maldição do Vencedor” (Winner’s Curse)? Uma análise das ofertas nos leilões da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP)**. Monografia de Bacharelado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015.

NERY, Miguel. **O processo decisório na pesquisa mineral: análise de decisão geoeconômica**. Brasília: DNPM, 2001.

PAIONE, José. **Jazida Mineral: como calcular seu valor**. Rio de Janeiro: CPRM, 1998.

PINDYCK, R; RUBINFELD, D. **Microeconomia**. 8. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.

PORTER, R. The role of information in U.S. offshore oil and gas lease auctions. Working Paper n° 4185. **National Bureau of Economic Research**, 1992.

ROLL, Richard. The hubris hypothesis of corporate takeovers. **Journal of Business**, p. 197-216, 1986.

SANTOS, Bruno. **Modelos de Regressão Quantílica**. 2012. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Matemática e Estatística, USP, São Paulo, 2012.

SILVA, Dijalma da. **A Regressão Quantílica e a Economia nos Pregões Eletrônicos**. 2022. 87 f. il. Dissertação (Mestrado Profissional em Economia) - Departamento de Economia, Universidade de Brasília. Brasília, 2022.

THALER, Richard H. Anomalies: The winner's curse. **Journal of Economic Perspectives**, v. 2, n. 1, p. 191-202, 1988.





Bo  
pro  
cit  
ref  
Nos  
são