

Reseña geológica-técnica de la perforación Villa Elisa-2 Entre Ríos

Julio Benítez¹ Daniel Mársico^{2 3}

¹ Consultor privado. Calle 25 de Mayo 1548– (2840) Gualeguay- Entre Ríos.

² ERRTER – Ente Regulador de los Recursos Termales de Entre Ríos. ³ UADER Subsede Gualeguaychú Facultad de Gestión Ambiental.

Mail de contacto: danielmarsico@hotmail.com

RESUMEN

El propósito del presente texto es detallar sobre los trabajos que se desarrollaron durante la segunda perforación realizada en la localidad de Villa Elisa para alumbrar aguas termales, en el período 2011/2012. En un principio se realiza una descripción de las tareas propias de un sondeo, comenzando con una referencia del equipo utilizado y las operaciones asociadas al mismo como lo son los controles de boca de pozo entre los que se mencionan, la extracción de muestras de las distintas formaciones geológicas, los perfilajes y el entubado y cementado de los distintos tramos entre otras. En una segunda etapa y en base a la integración de la información surgida de la descripción megascópica y bajo lupa binocular del cutting extraído, de las testificaciones geofísicas y de los tiempos de perforación fue posible elaborar un perfil hidrogeológico detallado. Se finaliza con la mención de los aportes técnicos, hidrogeológicos e hidroquímicos surgidos de la totalidad de los trabajos realizando de esta manera nuevos aportes a la propuesta hidroestratigráfica para la zona centro-oriental de la provincia. A esto se le suma la posibilidad de contar con nuevos elementos de juicio para la planificación de futuros trabajos en el tema de las perforaciones profundas.

Palabras claves: Chacopampeana, Entre Ríos, Aguas Termales, Perforaciones

ABSTRACT

The intention of the present text is to detail on the works that developed during the second perforation realized in the locality of Villa Elisa to light thermal waters in the period 2011/2012. In a beginning there is realized a description of the own tasks of a poll, beginning with a reference of the used equipment and the operations associated with the same one as they it are the controls of mouth of well between which it is possible to mention, the extraction of samples of the different geological formations, the perfils, the casing and cemented of the different sections between others. In the second stage and on the basis of the integration of the information arisen from the description megascopic and under magnifying glass binocular of the extracted cutting, of the geophysical testing and of the times of perforation it was possible to elaborate a profile hydrogeological detailed.

It concludes with the mention of the technical contributions, hydrogeological and hydrogeochemical arisen from the totality of the works realizing hereby new contributions to the offer hidroestratigrafic for the zone oriental center of the province. To this there adds the possibility of possessing new facts for the planning of future works in the topic of the deep perforations

Key words: Chaco-paranaense, Entre Ríos, Thermal Waters, boreholes

Introducción

La empresa termas Villa Elisa S.A. que explota el complejo termal de su propiedad a partir de la perforación de un primer sondeo realizado en 1997, dicho pozo llegó a 1032 m.b.b.p.(Benítez, 1996) y al principio quedó surgente con 15 m³/h de agua levemente salada con 40 °C de temperatura, de sedimentitas prebasálticas. Posteriormente con el desarrollo

del complejo termal se fue utilizando más fluido y por lo tanto fue necesario bombearlo a superficie, como lo es en la actualidad. Sin embargo desde el año 2008 el caudal explotado quedó disminuido y muy acotado para las crecientes necesidades del complejo, debido a la caída de un cuerpo de bomba con unos 90 ms de cable; y cuyo trabajo de recuperación (pesca) y normalización del pozo, resultaría una operación riesgosa, de resultado incierto y muy oneroso. A la fecha el complejo termal ha

crecido de tal manera, que necesita para su desarrollo y expansión, un mayor caudal de agua, de igual o más temperatura.

De modo que con estos antecedentes y necesidades la empresa Termas de Villa Elisa S.A., decidió realizar una segunda perforación, todo en el marco de las normas y leyes que regulan esta actividad, en Entre Ríos.

Ubicación

Este segundo pozo está ubicado dentro del predio termal, a unos 300 m al Sur del anterior A. ER. Xp VE-1 (Villa Elisa 1), (Fig.1) en las siguientes coordenadas: Latitud: 32°7'47,62" S. Longitud: 58°26'17,33" Oeste Altitud: 44msnm.



Figura 1. Predio termal con ubicación de los dos sondeos.

El sondeo vertical previsto, al igual que el anterior, tiene por objetivo explotar los niveles acuíferos infra-basálticos.

Fecha de ejecución: Inicio de perforación: 17 /11/11 y finalizó el 1° de noviembre de 2012

El tiempo de ejecución fue muy largo debido a las dificultades que tenía el perforador para atravesar la columna de rocas volcánicas y conseguir en el mercado local o en su defecto, importar de países limítrofes, parte de la herramienta de perforación y reparaciones parciales y otros elementos del equipo; de manera que la actividad fue interrumpida en varios periodos.

Fue perforado con equipo Marca Ideco Pignone H-40, sistema Rotary, con capacidad de 1800 m.b.b.p., alcanzando la profundidad final en 1224 m.b.p., en diámetro de 8,5". (Fig. 2 y 4)



Figura 2. Predio Termal y Equipo de Perforación ERVE-2 (Villa Elisa) 2012.-

Equipo de perforación y profundidad final

Diseño de la perforación

El diseño general de estas perforaciones, sigue la normativa vigente de la ley provincial de termas N°9678 que trata de evitar la contaminación y mezcla de los acuíferos atravesados por los sondeos, hasta alcanzar los sedimentos prebasálticos. En la misma estaba previsto:

Una cañería guía o de aislación de los acuíferos superiores, proveedores de agua potable y de riego, en la zona correspondiente a las Arenas de la Fm Salto Chico. Posteriormente se plantea una segunda cañería de menor diámetro que aisle la secuencia rocas volcánicas, prácticamente hasta su base. Posteriormente continuar perforando los sedimentos prebasálticos hasta 1200 m.b.b.p, y luego entubar cañería filtro, filtro y pre-filtro de grava, para garantizar una larga vida útil del pozo. Finalmente si el pozo no es surgente, se bajará una bomba para la etapa de explotación del pozo (Pettarini y Vaccarini 2011).

Este sondeo se perforó con 17 1/2" (444mm) hasta 120 m.b.b.p. y se entubó hasta la boca de pozo, con caños de acero con costura de 6,5mm de espesor y diámetro de 14" (355mm), desde la profundidad de 115m.

Posteriormente se perfora con diámetro de 12 1/4"(311mm) hasta 828m y se coloca una cañería intermedia o de aislación de (diámetro exterior)10" (254mm) hasta la base de las rocas volcánicas, con la finalidad de evitar contacto y potencialmente mezclar con los fluidos intrabasálticos con los pre- basálticos, razón de esta explotación. La mezcla de fluidos podría generar, descenso de la temperatura del fluido termal, cambios en la salinidad, con probables precipitados y hasta disminución en el caudal. El pozo fue entubado desde superficie hasta 825m.b.b.p. y cementado hasta la boca de pozo, con cañería de acero con costura de 10" (254mm) de diámetro y 6,5mm de espesor.

Posteriormente se continuó perforando con diámetro de 8 1/2" (216mm) hasta alcanzar la profundidad final 1224,2m.b.b.p. Quedando el pozo en observación. Restaría bajar la cañería final de explotación (pre-filtro y filtro, más engravado) para la explotación del mismo, tarea que por el momento la empresa Termas de Villa Elisa SA, no realizará.

Perforación

Mantuvo un ritmo de avance muy irregular, ya que las litologías alumbradas presentaron diferentes dificultades para atravesarlas.

El tramo sedimentario superior (desde boca de pozo hasta los 347m.b.b.p.) fue a un ritmo normal con promedios de 2 a 10 (min /m).siendo un poco más lento en los tramos más arcillosos.

Posteriormente la perforación fue muy lenta, dificultosa y costosa, cuando atravesó el tramo basáltico; el cual presentó zonas más blandas, Basaltos castaño rojizo castaño claro con vesículas y alteraciones por oxidación (exposición aérea?, circulación de aguas superficiales y subterráneas?, etc.) y partes más duras que resultaron los basaltos, castaño rojizo, gris oscuros, y gris medio, microcristalinos, compactos, fractura irregular y aspecto masivo. En algunos casos para perforar cada metro se tardaba hasta 200 minutos. Como la perforación producía una gran vibración, se utilizó un "amortiguador" que se colocó sobre el trépano, para disminuir la vibración que repercutía negativamente en la herramienta de perforación, especialmente en la columna de portamechas. También se utilizaron estabilizadores en la columna que ayudaban a mantener el diámetro del pozo, cuando el trépano pierde diámetro.

En el tramo inferior (sedimentos pre-basaltos) el avance de la perforación se puede diferenciar en dos tramos. El superior (932 a 1019) fue relativamente rápido entre 2 y 30 min/m, con excepción de las intercalaciones de basaltos o meláfiros (90 a 140') y un segundo tramo (1019 a 1224) el avance fue entre 50 a 150 min/m pero en forma muy irregular, ya que algunos tramos arcillosos tendían a "embolar" el trépano, haciendo muy lento el avance y algunas intercalaciones más arenosas bajaban el promedio de avance entre 12 y 25min/m. Este último tramo estaría más compactado que el anterior y es más arcilloso.

Los trépanos utilizados fueron en los tramos sedimentarios con insertos largos y medianos y en las rocas basálticas con insertos pequeños y cortos. En cada carrera se probaba con mayor o menor peso (2, 5, 10 y hasta 14 tn) y las vueltas/minuto (RPM) variaban según los trépanos (70 a 110) y a los terrenos atravesados.

Lodo de Perforación

El lodo utilizado es en base a Agua-bentonita con Polímeros. Se inyecta al pozo por dentro de la herramienta de perforación y retorna por fuera de la misma. En superficie pasa por un par de zarandas, (Fig. 3) que separan los sólidos y el cutting de perforación, (lugar donde se toman las muestras de terreno) luego pasa a una pileta de decantación y finalmente llega a otra pileta depósito, para nuevamente ser tratada, acondicionada y reinyectada. Los valores reológicos más comunes fueron:

Densidad de Entrada 1100 a 1180 gr/l., Viscosidad de embudo: 45 a 55', PH: 7,5 a 9.

Control Geológico

Se montó un laboratorio para recolectar, tratar y preparar las muestras para, su análisis y acondicionamiento final para su archivo. Se calculaba el retorno de las muestras en función del volumen desplazado por la bomba con una aproximación de hasta 15% del tiempo neto. Se guardaron un juego de muestras sin lavar (dejándosela secar a la intemperie), otro juego fue lavado y embolsado en sobres de papel, con su respectiva identificación. La frecuencia del muestreo fue de cada 2 m en los sedimentos supra-basálticos cada 5 m en los basaltos y cada 3 a 5 m en las sedimentitas infra basálticas. Algunas muestras fueron observadas con luz fluorescente, pero no evidenciaron materia orgánica ni hidrocarburos. Las muestras fueron descritas con lupa binocular y se utilizó HCL para los calcáreos, y H₂O₂, para la materia orgánica. También se llevó un control de velocidad de perforación en metros por minutos. Datos a los se le agregaban los parámetros de perforación (RPM, EPM, Presión de bomba, caudal, etc.). Toda la información fue graficada en un perfil geológico de pozo. Escala 1:1.000.-

Perfiles eléctricos

Luego de perforar cada tramo se corrieron perfiles eléctricos desde boca de pozo. Los perfiles corridos corresponden a Resistividad (Rt), Potencial Espontáneo (SP), rayos gamma (GR). Lamentablemente no se están corriendo perfiles de calibrado del pozo (CAL) y sónicos (S) que darían muy buena información de la porosidad y permeabilidad de las rocas y en ciertos casos también para identificar tipos de litologías.



Figura 3. Zarandas del equipo donde se recuperan muestras de terreno (cutting)

La información recolectada en el Control Geológico fue ajustada con el Perfil Eléctrico y

de su combinación se determinaron con mayor precisión: profundidades, pasos estratigráficos, formaciones, niveles acuíferos, etc.

Finalmente con la información interpretada y ajustada por perfil, se ajusta el diseño de entubamiento final del Pozo.

Entubamiento de Cañerías y Cementación

Este es el momento más importante de la operación, ya que luego de la evaluación se ha resuelto encamisar el pozo para su posterior explotación. Luego de circulado el pozo y estabilizadas sus paredes se procede al entubamiento del pozo con la cañería prevista que ya estaba en locación. Posteriormente se hace circular lodo por el pozo para garantizar una buena circulación detrás de la cañería y dejar el camino listo para la cementación.

Una vez que se bajó la cañería a la profundidad prevista (Fig: 4), se acondiciona el equipo para la cementación. En este caso el cemento es preparado por una empresa local y es traída a la locación en camión mezclador de capacidad de 5m³ cada uno. El cemento utilizado es tipo A y la densidad del mismo es de 1620 gr/l. La operación se inicia con un bombeo muy lento, mandándose un colchón de Agua de 5m³, con efecto mecánico de limpieza. Luego se bombea el cemento lentamente, controlando la presión, para evitar cualquier taponamiento del flujo.

El primer tramo fue cementado hasta boca de pozo y se lo dejó en fragüe más de 72 hs.

El segundo tramo se entubo casi todo el espesor de los basaltos cementando hasta boca de pozo. La lechada primera que se bombeo es más liviana densidad 1350 gr/l y el tramo principal (frente a los basaltos) quedó con lechada 1620 gr/l. La operación fue normal y el pozo quedó en fragüe más de 10 días.

El tercer tramo perforado con 8 1/2" no fue entubado ni engravado ni se colocaron filtros y el pozo quedó en observación, por decisión de la empresa Termas de Villa Elisa SA.

Ensayo de Explotación

Llegado a este punto de la operación, la empresa en acuerdo con el perforador, deciden ensayar el pozo, para conocer cuál será el aporte de fluido de los sedimentos infra basálticos y averiguar si se produce alguna interferencia con el otro sondeo.

El pozo fue ensayado aproximadamente 20 hs. por bombeo, quedando con un caudal de 40m³/h, Nivel Estático 32 m.b.b.p. y Nivel dinámico durante el bombeo 90 m.b.b.p. Ubicación de la bomba 90 m.b.b.p.



Figura 4. Equipo H-40, bajando cañería.

No se percibieron interferencias con el otro sondeo (ERVE-1). En las primeras dos horas de ensayo el agua salió turbia, contaminada con lodo, pero luego se fue aclarando y solo salía una pequeña cantidad de arena fina a muy fina, castaño clara, suelta, cuarzo lítico, buena selección- proveniente de formación. Se monitoreo el caudal, la resistividad del fluido, temperatura y PH, así como el nivel dinámico, que fueron estabilizándose al cabo de las primeras 12 hs. de bombeo. Transcurridos las 20 hs. de ensayo, la empresa decide dar por terminados los trabajos y dejar el pozo en observación.

Resultado final

Pozo productivo por bombeo 40m³/h, Agua Salada con una Temperatura de 43 °C, y Conductividad 47000 ohm/m, PH: 7,6, ND: 90m.b.b.p..NE: 32,10 m.b.b.p.

Consideraciones Geológicas

Se atravesaron en este pozo tramos bien diferentes de rocas y sedimentos, que hacen también a las mayor o menores dificultades de perforarlos. La nomenclatura seguida para las diferentes formaciones, es la utilizada últimamente en la zona, especialmente en la República Oriental del Uruguay, donde existen afloramientos y numerosos sondeos que han alcanzado hasta el basamento cristalino. (Bossi J. y Navarro R., 1988) y (Aceñolaza, F. 2007)

En la parte superior los sedimentos Terciarios, pertenecen a la *Cobertura Sedimentaria* de la cuenca del Paraná. El segundo tramo corresponde al *Relleno Volcanoclástico* correspondiente a rocas basálticas con areniscas asociadas, y sedimentos del mesozoico inferior (Tr-J) y del paleozoico superior (Pm). Los pases han sido definidos teniendo en cuenta el resultado del análisis del Control Geológico y de los perfiles eléctricos corridos en el pozo. La columna es similar al pozo anterior (ERVE-1), y a la de otros pozos perforados en la región de Concordia y Salto (ROU). Este sondeo no alcanzó el basamento cristalino, que si fue constatado en las cercanas localidades de San José, Colón y Concepción del Uruguay, con lo que se reafirma la existencia de altos de basamentos, fallas subverticales y depresiones rellenas con sedimentos antiguos permo-triásicos, tal como han sido comprobados en sondeos del Uruguay (pre-basálticos).

Otro rasgo particular de este pozo (al igual que el anterior ERVE-1) es que los sedimentos prebasálticos contienen aguas saladas, diferentes a todos los sondeos mencionados anteriormente, quedando para dilucidar si las mismas provienen de los sedimentos prebasálticos o existe percolación de aguas de sedimentos marinos post basálticas, a través de fisuras verticales del basalto. (Mársico D, 2013)

Columna Estratigráfica del pozo ERVE-2 (Villa Elisa)

Tramo superior o Cobertura sedimentaria:

00 a 02 Suelo Actual

02 a 22 Fm Hernandarias (Reig, 1957) Sedimentos limo-arcillosos. -pampeanos.-

22 a 74 Fm Salto Chico (Rimoldi, 1963). Arenas amarillentas medianas a gruesas redondeadas moderada selección, cuarzosas y escasos líticos oscuros, friable a suelta en superficie.

74 a 287 Fm Fray Bentos ("Capas de Fray Bentos, Lambert, 1939, 1940".) (Oligoceno): constituido por sedimentos rosados y castaño claro arcillo-arenoso con abundante nódulos de carbonatos gris claro.

Tramo inferior o Relleno volcanoclástico (A)

287 a 347 Fm Puerto Yerúa (De Alba y Serra, 1959 (K) conformada por Arcilla marrón rojizo moderado, plástica, en parte Arcilla Arenosa, en parte arena muy fina, de origen fluvial.

347 a 928 Fm Serra Geral (White 1908) (J-K): basaltos gris medio a gris oscuro, en alternancia con otros de color castaño rojizo.

Tramo inferior o Relleno Sedimentario (B)

928 a 1019 Fms Botucatú –Tacuarembó (Falconer J.D., 1937. (Tr-J): areniscas castaño claro finas a muy finas alternando con niveles de limoarcillitas castaños rojizas con algunas intercalaciones de meláfiros o basaltos gris oscuros (2 a 4m de espesor)

928 a 1224 Fms Yaguará -Buena Vista (Falconer 1937 y Bossi 1966) (Pm-Tr) Se atribuyen a estas

unidades - con dudas- Limo arcillitas castaño rojizo, castaño clara, y arcillo- arenosa, consolidadas. En el fondo se observaron limoarcillitas negras y gris muy oscuras (últimos 10 metros).

Nota: no hay datos de dataciones, ni análisis microscópicos, rayos X, u otros, que podrían variar esta interpretación.

Hidrogeología

Durante la perforación se atravesaron dos acuíferos muy importantes. El primero corresponde a la Fm Salto Chico (=Ituzaingó,=Puelche) que provee agua potable a todos los pobladores de la zona y a la misma localidad de Villa Elisa; Inclusive Termas de Villa Elisa S. A. tiene una perforación (70 m de profundidad.) para abastecimiento de todo el complejo termal, de estos niveles. También es explotado en la zona para agua de riego para cultivos como; arroz, soja, etc.

El segundo acuífero corresponde a niveles arenosos de las formaciones infra-basálticas objetivos de esta perforación. Luego de entubado y perforado hasta el fondo, se resolvió cambiar el lodo del pozo por agua limpia y luego observar el pozo, para ver si el mismo surgía; lo cual no ocurrió. Durante más de 5 hs., el nivel se mantuvo estático en 32,10 m, Posteriormente se bajó equipo de bombeo con barras de sondeo, hasta 90 m.b.b.p. El bombeo a régimen constante se realizó durante 20 hs. continuas. Al principio el sondeo arrojó agua vertida con lodo y algo de arena y después de las primeras horas el fluido se fue estabilizando y aclarando hasta ser constante. El resultado fue de 41m³/h de agua salada (Conductividad 46600 µm/m) con 43,21 °C de temperatura.

Con respecto al otro sondeo no se percibieron interferencias. Mientras se realizaba esta operación el pozo ERVE-1(Villa Elisa) se encontraba en bombeo 30 m³/h con Nivel dinámico en 77,90 m.b.b.p. Sin bombear el NE: 32 m.b.b.p. Se carece de resultados de análisis físico-químicos.

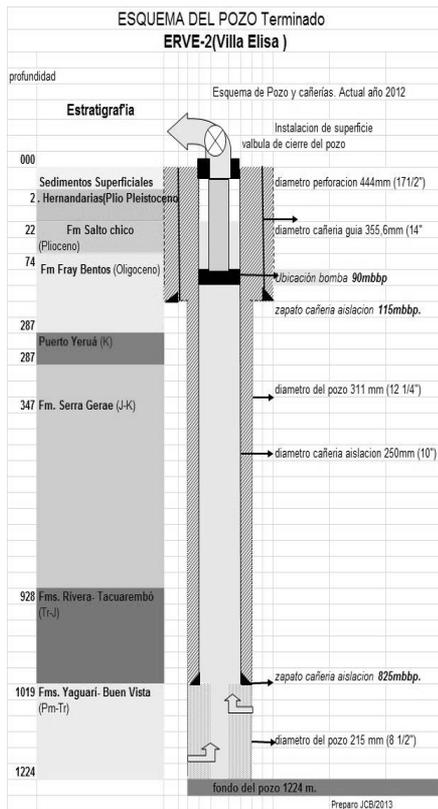


Figura 5. Esquema del pozo terminado

Lamentablemente las condiciones en que se hizo el ensayo y el escaso tiempo a que fue sometido el pozo, no permiten llegar a conclusiones más precisas que las obtenidas en este ensayo. Se desconoce también el estado de las paredes del pozo, situación que plantea el interrogante de una futura intervención del pozo, si comenzara a disminuir el caudal durante su explotación o aparecieran sedimentos con el agua, o hubiera cambios en la Temperatura.

Conclusiones

Si bien el sondeo atravesó una columna prevista para la zona y quedó listo para producir, se considera necesario realizar la terminación del mismo colocándole las correspondientes cañerías de explotación (pre-filtro-filtro y engravado perimetral) y realizar nuevamente el ensayo de pozo, siempre controlando y referenciado el otro sondeo; ya que el mismo puede influir en resultado. El perfil eléctrico no fue lo suficientemente claro para indicar todos los niveles acuíferos que aportan fluidos.

Agradecimientos

Los autores agradecen a empresa Termas de Villa Elisa S.A. por permitir publicar esta información.

Referencias

Aceñolaza, F., 2007. *Geología y recursos naturales de la Mesopotamia Argentina*. UNT-CONICET. Instituto Superior de correlación geológica. San Miguel de Tucumán.-

Benítez J., 1996 *Informe final Pozo ERVE-1* (Villa Elisa). Inédito. 10 pp

Bossi J. 1966 *Geología del Uruguay*; Departamento de Publicaciones. Comisión de Ciencias N°2.

Bossi J. y Navarro R., 1988. *Geología del Uruguay*. Universidad de la República. 1 y 2.

De Alba E. y Serra N 1959: Aprovechamiento del río Uruguay en la zona de Salto Grande. Informe sobre las condiciones y características geológicas. *Dirección Nacional de Geología*. Anales XI: 35 pp. Buenos Aires.

Falconer 1937. La Formación del Gondwana en el noreste del Uruguay, con especial referencia de a los terrenos eogondwanicos. *Inst. Geol. Perf. Bol* 23. Montevideo.

Lambert R. 1939 Memoria explicativa de una carta geológica de reconocimiento del Dto. Paysandú y los alrededores de Salto; *Inst. Geol. Bol* N° 27. Montevideo.

Lambert, R. 1940. Memoria explicativa de un mapa geológico de reconocimiento del Departamento de Río Negro; *Inst. Geológico del Uruguay*. Bol N°28, Montevideo.

Mársico D. 2013. *Aportes a la perspectiva geológica e hidrogeológica regional en el sector centro este de la cuenca Chacopampeana*. Tesis doctoral. Universidad de la Coruña, pp 241

Pettarini y Vaccarini L., 2011. *Propuesta de Perforación*. Inédito.

Reig O. 1957 Sobre la posición sistemática de zigolestes paranaensis Amegh. *Revista Centr. Est. Cienc. Nat.*, Bs as. 5 (12-13): 200-226.

Rimoldi H.V. 1963 Aprovechamiento del río Uruguay, en la zona de Salto Grande. Estudio Geológico-geotécnico para la presa de compensación proyectada en el Paso Hervidero (provincia de Entre Ríos). *An. Prim. Jorn. Geol. Arg. Bs. As.*, 2: 287-310.

White, I. 1908. Relatorio sobre as "Coal measures" e rochas associadas do Sul do Brasil. *Relatorio final da Comissao de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil*: 2-300. Imprensa Nacional, Río de Janeiro.