

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE MEDICINA

Departamento de Medicina Física y Rehabilitación (Hidrología Médica)



TESIS DOCTORAL

La estación hidromineral de Caxambu

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Marcos Untura Filho

Director

Francisco Maraver Eyzaguirre

Madrid, 2014



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE "MEDICINA FÍSICA Y
REHABILITACIÓN. HIDROLOGÍA MÉDICA"

LA ESTACIÓN HIDROMINERAL DE CAXAMBU
(MINAS GERAIS – BRASIL)

TESIS DOCTORAL
MARCOS UNTURA FILHO
MADRID 2013



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE MEDICINA

DEPARTAMENTO DE MEDICINA FÍSICA
Y REHABILITACIÓN. HIDROLOGÍA MÉDICA

FRANCISCO MARAVER EYZAGUIRRE, PROFESOR TITULAR DEL DEPARTAMENTO DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN. HIDROLOGÍA MÉDICA DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

INFORMA, que Don **MARCOS UNTURA FILHO**, ha realizado bajo mi supervisión el trabajo de investigación titulado: **“LA ESTACIÓN HIDROMINERAL DE CAXAMBU (MINAS GERAIS - BRASIL)”**. En este trabajo se llegan a unas conclusiones finales que son reflejo del profundo conocimiento sobre la crenología e hidrología médica brasileña. El diseño y la metodología empleados son apropiados, y el tema desarrollado reúne la originalidad y el interés necesario, así como los demás requisitos formales exigibles para que pueda ser presentado y defendido públicamente para optar al Grado de Doctor por esta Universidad

Madrid, a 30 de octubre de 2013

A handwritten signature in blue ink, consisting of a series of loops and a long horizontal stroke, positioned below the date.

A Liliana, mi esposa, que siempre estuvo a mi lado,
que se alegró con mis conquistas académicas,
que acompañó cada momento de esta larga trayectoria
y que, principalmente, supo enseñarme el camino a seguir.
Sobretudo dedico esta tesis a ti, por haber hecho de mi tu vida.

Al Profesor Francisco Maraver Eyzaguirre, director y orientador de esta tesis doctoral, por su dedicación y apoyo académico, por su paciencia y serenidad en enseñarme a conducir este trabajo.

Al Profesor Francisco Armijo Castro, por su dedicación en enseñarme a analizar aspectos distintos de las aguas mineromedicinales.

Al Dr. Carlos Alberto Lancia, notable geólogo y científico, Presidente de la Asociación Brasileña de la Industria de Aguas Minerales – ABINAM – sobre todo un gran amigo, por su apoyo desde el inicio de mis trabajos académicos.

Al Dr. Miguel Antonio Cedraz Nery, compañero de trabajo en la Comisión Permanente de Crenología, que siempre me incentivó a buscar nuevos caminos para el resurgimiento de la Hidrología Médica en Brasil.

A la ABINAM – Asociación Brasileña de la Industria de Aguas Minerales, por su apoyo institucional, especialmente a la Dra. Petra Sanchez y Sanchez por haberme disponibilizado sus conocimientos en legislación de aguas minerales.

A Reynaldo Guedes Neto, biólogo Sênior, por su colaboración con los datos del ecosistema de Caxambu.

Al Palace Hotel de Caxambu, por disponer sus archivos históricos, fotográficos y digitales que ilustran esta tesis.

A la CODEMIG- Compañía de Desarrollo Económico de Minas Gerais – por facilitarme el acceso a la documentación del Parque de Aguas de Caxambu.

Al DNPM – Departamento Nacional de Producción Mineral – Distrito Minas Gerais, por la ayuda en la colección de datos sobre las fuentes minerales de Caxambu.

A los lectores españoles, por su comprensión ya que, mi lengua materna es el portugués y familiarmente utilizo el español de Argentina, por tanto no es de extrañar que, aunque he procurado vigilar y corregir en lo posible mis expresiones, se aprecien muchos giros de los hispano-parlantes del otro lado del mar.

A mis hijos, Marcos y Marcelo.

A mis padres, *in memoriam*.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE	5
I. ABSTRACT	7
II. ... RESÚMEN	10
III. INTRODUCCIÓN	13
IV. OBJETIVOS	17
V. MATERIAL Y METODO	19
VI. RESULTADOS - PRECEDENTES	
VI.A. ENCUADRE GEOGRAFICO	28
VI.A.1. TERRITORIO	28
VI.A.1.a. Situación y topografía.....	28
VI.A.1.b. Clima	34
VI.A.1.c. Hidrografía	35
VI.A.1.d. Flora	38
VI.A.1.e. Fauna	41
VI.A.2. POBLACIÓN	43
VI.A.3 ECONOMÍA	46
VI.B. ENCUADRE GEOLOGICO-HIDROGEOLOGICO	52
VI.C. ENCUADRE HISTORICO.....	73
VI.D. ANALISIS QUIMICOS ANTERIORES	91
VI.D.1. SIGLO XIX	91
VI.D.2. SIGLO XX	92

VI.E. AGUA ENVASADA.....	97
VI.F. ESTABLECIMIENTO BALNEARIO	111
VII. RESULTADOS - ESTUDIO DE LAS FUENTES	
VII.A. FUENTE BELEZA.....	141
VII.B. FUENTE ERNESTINA GUEDES.....	148
VII.C. FUENTE MAYRINK 1, 2 Y 3.....	153
VII.D. FUENTE VIOTTI	166
VII.E. FUENTE PRINCESA ISABEL	172
VII.F. FUENTE DON PEDRO	179
VII.G. FUENTE VENÂNCIO	185
VII.H. FUENTE DUQUE DE SAXE	190
VII.I. FUENTE DOÑA LEOPOLDINA	196
VIII. DISCUSIÓN	207
IX. CONCLUSIONES	276
X. BIBLIOGRAFÍA	279
ANEXO I	301
ANEXO II	302
ANEXO III	304
ANEXO IV	305
ANEXO V.....	306
ANEXO VI	307

I. ABSTRACT

Introduction: This academic memory contains all available information found on Caxambu Health Resort Medicine and its different medical mineral waters. Until the 1950's, Caxambu was frequented by many people from different regions of Brazil and South American seeking improvement for certain diseases including digestive, kidney, skin disorders along with rheumatic diseases.

However, attendance decreased over the years and the hydrothermal techniques developed until then fell into disuse. We have thought that given the importance of its mineral resources, a deep study was worth the effort from current Medical Hydrology and other auxiliary sciences point of view.

Objectives: Collect existing material on the Caxambu Health Resort Medicine from the geographical, geological and hydro-geological, historical, socio- economical and previous chemical analysis point of view.

Study the physical and physicochemical characteristics of different mineral waters obtained from the eleven springs in Hydrothermal Caxambu Park and from then on unveil their action mechanism, application techniques, indications and contraindications.

Material and Methods: This academic report is based on a bibliographic research scattered in different places throughout Brazil. All material available on Caxambu was obtained using the heuristic method, which means data was collected and then transformed into an orderly presentation.

Results: This chapter is divided into two sections. The first is devoted to the geographical, geological and hydrogeological study of territory as well as to the Caxambu's historical background, chemical analysis

of the waters during the nineteenth and twentieth century, to the bathing establishment, the packing plant and to the doctors who developed their work on this site.

The second chapter studies the different sources of mineral medicinal waters presently in use in Caxambu Water Park, we take a deep look into its facilities, physical-chemical analysis, thus allowing their classification, a definition of their therapeutic properties, the suggestion of the best application methods and their expected actions and contraindications.

Conclusions:

First: the hydrothermal resources of the State of Minas Gerais, during the Portuguese colonization period, were discovered and exploited by Rounders, called "Bandeirantes" in Brazil.

Second: the springs of mineral medicinal waters reached great development in the nineteenth century, during the Imperial period in Brazil. Caxambu city grew thanks to its mineral medicinal waters, becoming one of the most famous centers of Brazil's crenotherapy.

Third: Caxambu City almost exclusively concentrated its activity to the thermal practice, ignoring other aspects of the economy. So, the unfavorable circumstances for Hydrotherapy at the end of the forties of the last century resulted in a severe deterioration of its development.

Fourth: in this situation, only the water packing plant maintained its activity be it with private or public management and at present keeps up with the highest technological standards for packaging systems and leads the Brazilian bottled water market, primarily in the states of Minas Gerais, Belo Horizonte and São Paulo.

Fifth: from the analytical results, the mineral medicinal waters from Caxambu Thermal Centre can be classified from a Medical Hydrology point of view, given its dry residue, as Oligo-metalic (Venancio, Mayrink 3, Mayrink 2, Mayrink 1, Viotti, Don Pedro, Leopoldina and Princess Isabel) and with more than one gram/liter (Duke of Saxe, Beleza Source and Ernestina Guedes) which in turn also contain bicarbonate, calcium and magnesium.

Sixth: to classify them according to their carbon dioxide content, Ernestina Guedes, Beleza Source, Mayrink 3, Mayrink 2, Leopoldina, Duke of Saxe, Mayrink 1, and Don Pedro must be considered carbo-gas waters. While due to its ferrous iron content Viotti, Princess Isabel and Beleza Source must be considered ferruginous water.

Seventh: Given its physical-chemical composition and its proven application, Caxambu Thermal Centre mineral medicinal waters should be administered: orally in digestive disorders, metabolic disorders and kidney diseases; atmiatric in respiratory diseases, and topically, in baths, for musculoskeletal disorders, neurological and orthopedic trauma problems.

Eighth: to achieve a better sanitary use of Caxambu Water Park, the physicians of the Unified Caxambu Health System region and neighboring cities should receive formation and/or training in the area of Medical Hydrology.

II. RESUMEN

Introducción: En esta memoria académica se reúne toda la información encontrada sobre la Estancia Hidromineral de Caxambu y sus diferentes aguas mineromedicinales. Caxambu, hasta los años 1950, era muy frecuentada por personas de distintas regiones del Brasil y de países Sudamericanos, en busca de mejora para sus dolencias del aparato digestivo, renales, piel y reumatológicas.

Sin embargo, la concurrencia fue disminuyendo con los años y las técnicas hidrotermales desarrolladas hasta entonces fueron cayendo en desuso. Pensamos, que dada la importancia de sus recursos minerales, merecía un estudio lo más profundo posible, desde el punto de vista de la Hidrología Médica actual y otras ciencias auxiliares.

Objetivos: Recoger el material existente sobre la Estación Termal de Caxambu desde el punto de vista geográfico, geológico-hidrogeológico, histórico, socio-económico y de los análisis químicos precedentes.

Estudiar las características físicas y fisicoquímicas de las diferentes aguas mineromedicinales de las once fuentes del Parque Hidrotermal de Caxambu y, a partir de las cuales, establecer los mecanismos de acción, técnicas de aplicación, indicaciones y contraindicaciones.

Material y Método: Esta memoria académica está basada en un trabajo de investigación bibliográfica obtenida en múltiples lugares diseminados por todo Brasil. Se reunió todo el material disponible sobre Caxambu, empleando el método heurístico, es decir, la recogida de datos y su exposición ordenada.

Resultados: Este capítulo se divide en dos apartados. El primero, se dedica al estudio del territorio, desde el punto de vista geográfico, geológico e hidrogeológico; así como, a los antecedentes histórico de: Caxambú, análisis químicos de las aguas de los siglos XIX y XX,

establecimiento balneario, planta envasadora y médicos que desarrollaron su labor en las instalaciones.

En el segundo, hemos estudiado los diferentes manantiales de aguas mineromedicinales actualmente en uso en el Parque de Aguas de Caxambu, profundizando en sus instalaciones, análisis físico-químicos, lo que ha posibilitado su clasificación, lo que nos ha permitido detallar sus propiedades terapéuticas, vías de utilización y las acciones y contraindicaciones.

Conclusiones:

Primera: los recursos hidrotermales del Estado de Minas Gerais, durante el período de la colonización portuguesa, fueron descubiertos y explotados por los desbravadores, llamados en Brasil "Bandeirantes".

Segunda: los manantiales de aguas mineromedicinales alcanzaron gran desarrollo en el siglo XIX, durante el período Imperial del Brasil. La ciudad de Caxambu creció gracias a sus aguas mineromedicinales, llegando a ser una de los más famosos centros crenoterápico del Brasil.

Tercera: la ciudad de Caxambu concentró su actividad casi exclusivamente en la práctica termal, sin atender otras vertientes de la economía. Por tanto, al surgir circunstancias desfavorables para el termalismo, al final de la década de los cuarenta del siglo pasado, sufrió un gran deterioro en su desarrollo.

Cuarta: de esta situación solamente se salvó la planta envasadora de aguas, que siempre mantuvo su actividad, sea a través de gestión privada o pública y que, en la actualidad cuenta con la más alta tecnología del sistema de envasado y es líder en el mercado brasileño, prioritariamente en los estados de Minas Gerais, Belo Horizonte y São Paulo.

Quinta: a partir de los resultados analíticos, las aguas mineromedicinales del Centro Termal de Caxambu se pueden clasificar, desde el punto de vista de la Hidrología Médica, atendiendo a su residuo seco, como: Oligametálicas (Venâncio, Mayrink 3, Mayrink 2, Mayrink 1, Viotti, Don Pedro, Leopoldina y Princesa Isabel) y con más de un gramo litro (Duque de Saxe, Fuente Beleza y Ernestina Guedes) que a su vez, son también bicarbonatadas, cálcicas, magnésicas.

Sexta: atendiendo a su contenido en anhídrido carbónico, son carbogaseosas (Ernestina Guedes, Fuente Beleza, Mayrink 3, Mayrink 2, Leopoldina, Duque de Saxe, Mayrink 1, y Don Pedro). Por su contenido en ión ferroso, son ferruginosas (Viotti, Princesa Isabel y Fuente Beleza).

Séptima: teniendo en cuenta su composición físico-química y su aplicación contrastada, las aguas mineromedicinales del Centro Termal de Caxambu se pueden administrar por oral en afecciones del aparato digestivo, trastornos metabólicos y patologías renales; administradas por vía admiátrica en patologías respiratorias; y tópicamente, en balneación, en patologías del aparato locomotor, ortopédico-traumáticas y neurológicas.

Octava: para un mejor aprovechamiento del Parque de las Aguas, desde el punto de vista sanitario, es necesaria la formación en el área de Hidrología Médica, principalmente, de los médicos que integran el Sistema Único de Salud de la región de Caxambu y ciudades vecinas.

III. INTRODUCCIÓN

La decisión de estudiar Caxambu en esta memoria académica en Hidrología Médica, en la Universidad Complutense de Madrid, se dio después de largas y exhaustivas conversaciones con mi Orientador de Tesis, Profesor Doctor Francisco Maraver Eyzaguirre. Su dedicación, apoyo y compañerismo superan los límites convencionales.

En estas conversaciones presenté al Profesor Maraver la gran diversidad de manantiales disponibles en un Parque de Aguas de 12 hectáreas ubicado en el centro de la estación hidromineral de Caxambu, que hasta los años 1950 era frecuentada por personas de distintas regiones del Brasil y de países Sudamericanos que allí concurrían para buscar ayuda para sus enfermedades, tales como las del aparato digestivo, renales, dermatológicas y reumatológicas.

Sin embargo, poco a poco esta búsqueda por curas fue disminuyendo a través de los años y las técnicas hidrotermales desarrolladas hasta entonces fueron cayendo en desuso, culminando en descrédito y abandono de estos importantes recursos minerales.

Concluimos que una estancia hidrotermal con esta magnitud, poseedora de recursos minerales diversificados, merecía un estudio especializado del punto de vista técnico, científico, basado en evidencias y a la luz de la Hidrología Médica moderna.

El desarrollo de esta tesis está en concordancia con una de las líneas de investigación de la Unidad Docente de Hidrología Médica, del Departamento de "Medicina Física y Rehabilitación. Hidrología Médica" y de la Escuela Profesional de Hidrología Médica e Hidroterapia de la Facultad de Medicina de la nuestra Universidad¹⁻²⁻³⁻⁴, dedicadas al

¹ Maraver F. La Cátedra de Hidrología Médica y la Escuela Profesional de Hidrología Médica e Hidroterapia. Bol Soc Esp Hidrol Med. 2012; 27(1): 40-46.

² Maraver F, Morer C. Balneology Research in Spain. Balnea. 2012;6:291-292.

³ Maraver F. Memoria de actividades de la Cátedra de Hidrología Médica - Escuela Profesional de Hidrología Médica e Hidroterapia. Balnea. 2012; 7: 183-261.

⁴ Armijo F. La Cátedra de Hidrología Médica y los análisis de aguas mineromedicinales. Bol Soc Esp Hidrol Med. 2012; 27(1): 33-37.

estudio e investigación de las aguas mineromedicinales de distintos lugares de muchos países, incluso Latinoamérica.

En 1990, Juan Carlos San José Rodríguez⁵ realizó un estudio donde recopiló el material histórico, hidrológico y terapéutico existente sobre el balneario para realizar su ordenación y la reconstrucción de su evolución. La aportación experimental consistió en la realización de los análisis físico-químicos de los manantiales, clasificación de sus aguas y estudio comparativo del resultado de los análisis.

Siguiendo esta línea de trabajos recopilatorios sobre balnearios, ejecutados bajo la coordinación de la Escuela Profesional de Hidrología Médica e Hidroterapia de la Universidad Complutense de Madrid, en las décadas de 1990 y 2000, Ceballos⁶, Berdonces⁷, Castillo MJ⁸, Bejarano⁹, Gascón¹⁰, Martínez¹¹, Gonzalo¹², López¹³, Castillo E.¹⁴, Navarro¹⁵ y Palacín¹⁶ estudiaron distintos balnearios de España y sus aguas mineromedicinales.

⁵ San José JC. Estudio histórico-científico del Balneario de Fuentcaliente (Ciudad Real). [Tesis]. Madrid: Universidad Complutense; 1990.

⁶ Ceballos MA. Estudio histórico-científico de las aguas minero-medicinales de Baños de Montemayor (Cáceres). [Tesis]. Madrid: Universidad Complutense; 1991.

⁷ Berdonces JL. Aguas minerales pirenaicas. [Tesis]. Madrid: Universidad Complutense; 1992.

⁸ Castillo MJ. Historia del Balneario de Mondariz hasta 1936. [Tesis]. Madrid: Universidad Complutense; 1992.

⁹ Bejarano R. Estudio sobre las aguas de Fuensanta y su antiguo balneario. [Tesis]. Madrid: Universidad Complutense; 1996.

¹⁰ Gascón E. El balneario de Vallfogona de Riucorb (Tarragona). [Tesis]. Madrid: Universidad Complutense; 1997.

¹¹ Martínez I. Balnearios y manantiales de aguas minero-medicinales de la Comunidad de Madrid. [Tesis]. Madrid: Universidad Complutense; 1997.

¹² Gonzalo ML. Estudio del balneario de Alhama de Aragón (Zaragoza). [Tesis]. Madrid: Universidad Complutense; 1999.

¹³ López A. Balneario de Fortuna. [Tesis]. Madrid: Universidad Complutense; 1999.

¹⁴ Castillo E. Estudio de las aguas minerales de la provincia de Toledo. [Tesis]. Madrid: Universidad Complutense; 2002.

¹⁵ Navarro E. Contribución al estudio de los balnearios de las Islas Canarias: Aguas minerales de Firgas. [Tesis]. Madrid: Universidad Complutense; 2004.

¹⁶ Palacín E. Estudio de las aguas minerales de la provincia de Valladolid. [Tesis]. Madrid: Universidad Complutense; 2004.

Esta misma línea de trabajo sigue siendo desarrollada en otras universidades españolas, como por ejemplo, Saz¹⁷, San José¹⁸ y Meijide¹⁹.

Vale mencionar que existen tesis doctorales que tratan de investigar el turismo hidrotermal de masa como el que ocurre en algunos balnearios de Latinoamérica, como en Piratuba (Brasil), Olímpia (Brasil), Santiago del Estero (Argentina) y Entre Ríos (Argentina)

En este tema, Lopes²⁰ aportó conocimientos específicos sobre la realidad de un balneario ubicado en el Estado de Goiás (Brasil), conocido por sus aguas calientes (oligominerales) y que reciben diariamente un turismo de masa que allí ocurre para disfrutar de los beneficios de la hidroterapia hipertermal asociada a la gastronomía, bienestar, eventos culturales y sociales.

Creemos que este trabajo añade a la línea de investigación de la Cátedra de Hidrología Médica de la Universidad Complutense un trabajo específico sobre la región (Caxambu) de un país (Brasil) aún no investigado desde el punto de vista de sus recursos hidrominerales. Además, Caxambu sigue recibiendo turistas de todo el territorio brasileño y de Sudamérica que buscan en su Parque de Aguas la solución para sus problemas de salud, así como también hay personas que por dos o tres veces al año visitan la ciudad para disfrutar de su clima, aguas minerales y tranquilidad.

¹⁷ Saz P. Aguas mineromedicinales de la provincia de Huesca. [Tesis]. Zaragoza: Universidad de Zaragoza; 1991.

¹⁸ San José C. Estudio hidrologico del Balneario de Fuente Amarga de Chiclana (Cadiz). [Tesis]. Sevilla: Universidad de Sevilla; 1992.

¹⁹ Meijide R. Aportación a la cura baneoterápica en el balneario de Lugo. [Tesis]. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela; 1994.

²⁰ Lopes E. El Reto de la Conservación Ambiental y la diversificación del Turismo Masivo del balneario. El diseño de una estrategia para Caldas Novas, Brasil. [Tesis]. Barcelona: Universidad Autónoma; 2002.

IV. OBJETIVOS

Objetivos:

Recoger el material existente sobre la Estación Termal de Caxambu desde el punto de vista geográfico, geológico-hidrogeológico, histórico, socio-económico y de los análisis químicos precedentes.

Estudiar las características físicas y fisicoquímicas de las diferentes aguas mineromedicinales de las once fuentes del Parque Hidrotermal de Caxambu y, a partir de las cuales, establecer los mecanismos de acción, técnicas de aplicación, indicaciones y contraindicaciones.

Humildemente pretendemos que el estudio realizado contribuya al desarrollo de la Hidrología Médica, y si es posible, favorezca el resurgimiento de la práctica hidrotermal en Brasil.

V. MATERIAL Y METODO

La gran importancia de la estación termal de Caxambu y de sus aguas mineromedicinales, no se muestran en trabajos científicos que reflejen sus características, en las diversas áreas del conocimiento, especialmente en la Hidrología Médica. Esto no implica, que no existan informaciones y datos sobre su historia, geología, economía, población y recursos hidrominerales.

Por otra parte, Brasil es un país que frecuentemente descuida la preservación de su memoria, cotidianamente se escucha una frase en los medios académicos: *“El Brasil es un país sin memoria”*. Esto se explica por los constantes fallos en la conservación y preservación de sus archivos, y en la dificultad de consultarlos por investigadores y público en general.

Por tanto, ponemos de manifiesto que esta memoria académica está basada en un trabajo de investigación bibliográfica obtenida en múltiples lugares diseminados a lo largo de este extenso país, esto es, se reunió todo el material disponible sobre Caxambu, empleando el método heurístico, es decir, la recogida de datos y su exposición ordenada.

La dispersión de los datos e informaciones obtenidos se debe a la propia organización administrativa del Estado brasileño. Aunque Caxambu sea un municipio con autonomía administrativa en relación al estado de Minas Gerais y al gobierno federal brasileño, la gestión del patrimonio hidromineral está dividido en las tres esferas del gobierno. Así, había material a ser colectado en la propia ciudad de Caxambu, en Belo Horizonte (capital del Estado de Minas Gerais), en Río de Janeiro (capital del Brasil hasta 1960), en Brasilia (capital del Brasil desde mediados de 1960) y en Poços de Caldas (estancia hidromineral próxima a Caxambu).

En Caxambu, con el apoyo del Ayuntamiento local, fue posible encontrar un valioso libro de H. Monat²¹, que contiene una serie de informaciones históricas sobre la Caxambu de los siglos XVIII y XIX, desde su fundación.

Monat fue uno de los médicos hidrólogos pioneros de la región. En su obra, aparecen los primeros análisis fisicoquímicos con pretensión científica de las aguas de Caxambu, de donde se pudo, incluso, establecer un marco inicial para la evaluación de la constancia de la composición de estas aguas minerales.

Muchas de las imágenes reproducidas en la presente memoria académica fueron conseguidas en Caxambu. El Acervo Histórico Particular del Palace Hotel nos facilitó imágenes tomadas al final del siglo XIX e inicio del siglo XX, de los manantiales y del área donde actualmente se encuentra el Parque de Aguas.

El Acervo particular del fotógrafo Artur Vitor Ianini contiene fotos recientes de todo el conjunto paisajístico y arquitectónico de Caxambu, incluso del Parque de Aguas. En complemento, el autor de la presente memoria académica también fotografió otros sitios de interés, especialmente el interior del balneario, las fuentes de aguas mineromedicinales y el entorno del Parque de Aguas.

Datos sobre el territorio fueron gentilmente cedidos por el biólogo Reynaldo Guedes Neto, residente en Caxambu y estudioso de la fauna y flora local.

En nuestro sexto viaje a Caxambu, cuando creíamos que sería difícil encontrar algo más de interés científico en las bibliotecas locales, encontramos, en una Librería de Viejo, dos planos arquitectónicos que componían el proyecto ejecutivo de restauración del Parque de Aguas

²¹ Monat H. Caxambu. Rio de Janeiro: Casa da Moeda do Brasil; 1894.

de Caxambu, elaborado en el año 2003. A partir de estos planos fue posible comprender más exactamente las modificaciones recientes del conjunto paisajístico.

Todo este material fue recogido a lo largo de seis viajes hasta la ciudad de Caxambu (diciembre 2010, marzo y octubre 2011, marzo y agosto 2012 y mayo 2013), a partir de la ciudad hidromineral de Poços de Caldas, localidad de nuestra residencia, también en el sur del Estado de Minas Gerais. Caxambu está distante 275 km de Poços de Caldas, trayecto este que fue realizado en automóvil.

En Poços de Caldas nos fue facilitado el mapa topográfico de la ciudad de Caxambu en la oficina del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE), órgano federal responsable por la producción de datos sobre el país.

En Belo Horizonte, fueron visitados el Archivo Público Mineiro (APM), la Biblioteca del Instituto Estadual del Patrimonio Histórico y Artístico de Minas Gerais (IEPHA-MG), la Biblioteca de la Compañía de Desarrollo Económico de Minas Gerais (CODEMIG) y la oficina local del Departamento Nacional de Producción Mineral (DNPM-BH).

En el Archivo Público Mineiro fueron adquiridos copias de planes arquitectónicos de la antigua planta de envasado de aguas minerales de Caxambu y Contendas, y del proceso de empedramiento del Río Bengo (que atraviesa el Parque de Aguas, dividiéndolo en dos partes), fechados en 1894, lo que nos permitió comprender las orígenes de la explotación comercial intensiva de las aguas minerales de Caxambu, así como el proceso de urbanización, comprobando la preservación y protección de las fuentes en ambos márgenes del Río Bengo.

En la Biblioteca del IEPHA, fue posible acceder al Proyecto de Bien de Interés Cultural Estatal del Conjunto Paisajístico y Arquitectónico del Parque de Aguas de Caxambu (PET 108). Son seis volúmenes donde

se registran todos los datos históricos de la ciudad, desde el descubrimiento de sus fuentes en el siglo XVII, sus captaciones, edificación de los templetos y otros edificios, incluso los diferentes balnearios, sus jardines y esculturas.

En la Biblioteca de la CODEMIG, fue obtenido el plan de intervención en el Parque de Aguas y su entorno. Se trata de un conjunto de planes elaborados entre los años 2003 y 2010 que culminaron en el reciente proceso de restauración del parque y del balneario.

En visita a la oficina del Departamento Nacional de Producción Mineral (DNPM) en Belo Horizonte, fue posible acceder el proceso correspondiente a la exploración mineral en el Parque de Aguas, compuesto por aproximadamente siete volúmenes, que contienen el histórico de la explotación de los manantiales del parque, incluso análisis fisicoquímicos, análisis bacteriológicos, planes de manifiesto de mina e intervenciones puntuales en el proceso que estableció el parque como Bien Cultural Estatal.

Cabe destacar que todos los análisis fisicoquímicos más recientes citados en la presente memoria académica fueron extraídos del mencionado proceso. Los análisis anteriores a la primera mitad del siglo XX están publicados en los libros de Renato Souza Lopes²², Alpheu Gonsalves²³ y Monat²⁴. Los análisis recientes de las fuentes Mayrink 1, 2 y 3 fueron facilitados por la empresa COPASA, actual envasadora del Agua Mineral Caxambu.

Fueron realizados cuatro viajes hasta Belo Horizonte, partiendo desde Poços de Caldas. El acceso a Belo Horizonte, en estas condiciones, se dio por vía aérea a partir de la ciudad de Campinas, ya en el vecino

²² Souza RL. Aguas Mineraes do Brasil, Composição, Valor e Indicações Terapêuticas. Rio de Janeiro: Livraria Francisco Alves; 1931.

²³ Gonsalves AD, Freitas ID, Przewodosky RNT, Deleito P, Monteiro Y. Aguas Mineraes do Brasil. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura do Brasil; 1935.

²⁴ Monat H, op. cit.

Estado de São Paulo, donde se localiza el aeropuerto más próximo, distante 185 km de Poços de Caldas. El desplazamiento hasta el aeropuerto fue realizado en automóvil propio. El vuelo hasta Belo Horizonte tiene duración aproximada de 1h30.

En la Biblioteca Nacional de Río de Janeiro fueron examinados algunos libros conteniendo datos históricos que confirmaron los hallazgos anteriores. Fue realizado un único viaje a la ciudad de Río de Janeiro, saliendo de la ciudad de São Paulo, por medio aéreo, con duración de 45 minutos. El acceso a São Paulo, a partir de Poços de Caldas, se realiza a través de 278 km por rutas estatales.

En Brasíla fueron realizadas visitas a la oficina central del Departamento Nacional de Producción Mineral, donde se obtuvieron datos geológicos de Caxambu, especialmente el mapa geológico de la Hoja de Caxambu, de difícil reproducción en esta memoria académica debido a su escala de 1:100.000. Sin embargo, esta ausencia de datos fue suplementada a través de medios de reproducción de recortes geológicos puntuales también obtenidos en la pesquisa junto al DNPM.

Fueron realizados siete viajes hasta Brasíla entre los años de 2011 y 2012, siempre partiendo del aeropuerto de Congonhas, en São Paulo. El vuelo hasta Brasíla tiene duración de 1h30.

Todo el proceso de investigación tuvo un costo aproximado de € 5.000 (R\$ 15.000) correspondiente a desplazamientos aéreos y terrestres, alimentación, hospedaje, costos de billetes aéreos, combustibles, gastos de reprografía de materiales bibliográficos y planos, adquisición de libros y artículos especializados.

En estos costes no estan incluidos el viaje hasta Madrid para el término de la redacción de la memoria académica al Departamento de "Medicina Física y Rehabilitación. Hidrología Médica" de nuestra Universidad.

La Asociación Brasileña de la Industria de Aguas Minerales – ABINAM – corrió con el pago de las tasas académicas de la Universidad Complutense de Madrid, patrocinio de fundamental importancia para el desarrollo del presente trabajo.

Al final de todo el trabajo de campo, fue posible recopilar todos los datos que están reproducidos, analizados, verificados, confrontados, discutidos y criticados a lo largo de la presente memoria académica, con vistas a la realización de un trabajo lo más completo posible sobre la Estancia Hidromineral de Caxambu y el aprovechamiento medicinal de sus aguas minerales. Hay que destacar, las dificultades en la obtención de los datos e informaciones disponibles en los diversos archivos, bibliotecas y órganos públicos visitados.

En el Brasil, las aguas minerales son tratadas legalmente con el mismo rigor atribuido a recursos minerales estratégicos, estando, incluso, bajo la tutela de los mismos órganos públicos. En esta línea de actitudes, sigilos y restricciones para acceder a la información normalmente son aplicados a los asuntos que envuelvan recursos minerales estratégicos, y que también recaen sobre las aguas minerales. Para vencer todas estas restricciones fue necesaria la intervención, en Minas Gerais, del Diputado Estadual Dr. Carlos Venturelli Mosconi, Presidente de la Comisión de Salud de la Asamblea Legislativa de Minas Gerais, que a su vez ofició a la CODEMIG solicitando el acceso al material disponible sobre Caxambu, medida de fundamental importancia para el éxito de la investigación.

Intervenciones similares fueron necesarias para la obtención de datos en la DNPM Belo Horizonte, que facilitó el acceso después de las gestiones iniciadas por el Ingeniero de Minas y ex -Director General del DNPM, Dr. Miguel Antonio Cedraz Nery.

La repetición de viajes a algunas ciudades, tales como Belo Horizonte y Brasilia, acontecieron en virtud del establecimiento de horarios muy restrictivos impuestos por los órganos públicos que disponían de este material.

I. RESULTADOS - PRECEDENTES

VI.A. ENCUADRE GEOGRAFICO

VI.A.1. TERRITORIO

VI.A.1.a. Situación y topografía

Ubicado en la región Sudeste de Brasil, el Estado de Minas Gerais cuenta con una población de 19.595.309 habitantes distribuidos en 853 municipios que ocupan una extensión territorial de 586.520,368 km².²⁵



Mapa 1 - Mapa de Brasil – División Territorial

La capital del Estado es **BELO HORIZONTE**, cuya historia se inicia con la descubierta de las minas de oro que polarizaban las atenciones como el mayor acontecimiento del siglo XVII. Expedicionarios y desbravadores cruzaban las planicies y montañas de Minas Gerais y

²⁵ Brasil (mapa de división territorial). Brasília: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (BR); 2010. [consultado 05-09-2013] Disponible en: <http://mapas.ibge.gov.br/fisicos>

Goiás para una penetración histórica con la finalidad de establecer los nuevos marcos de las fronteras de la Patria.



Mapa 2 - Mapa físico de las regiones de Minas Gerais

Fue en el año 1701 que el desbravador João Leite da Silva Ortiz, impresionado con los aspectos de la topografía, clima ameno y fertilidad del suelo en la inmensa planicie que se extendía después de la Sierra do Curral, resolvió implantar allí las bases de su Hacienda del Cercado en cuyas tierras fue surgiendo el pueblo del Corral del Rey.

Juntamente con el pueblo, Ortiz construyó una capilla que tiempos después sería la Catedral de la Virgen del Buen Viaje.

Corral del Rey poco a poco fue consolidándose, de manera tal que en 1707 ya era mencionada en los documentos oficiales. En 1711, Ortiz obtiene la Carta de Asignación de las tierras con los límites establecidos por las Sierras del Corral, Jaborema, Jatobá, José Vieira, Pangaré, Taquaril, Navío, Rola Moça y Mutuca.

El pequeño pueblo Corral del Rey crecía y se multiplicaba en aldeas, que atendían cerca de 18 mil almas. Después, extintas las aldeas, el Corral del Rey se redujo al primer pueblo, con su población de 2500 habitantes.

Ouro Preto, hasta entonces Capital Administrativa, vivía prácticamente su melancólico final de su cuestionada condición de sede del Gobierno del Estado.

Al Gobernador Augusto de Lima, le tocó la misión de encaminar al Congreso la importante misión de discutir y promulgar en la Constitución Estatal el dispositivo determinando el cambio de la Capital para una localidad que reuniera todas las condiciones ideales para esta finalidad. De las cinco localidades sugeridas - Juiz de Fora, Barbacena, Paraúna, Várzea do Marçal e Belo Horizonte, la Comisión Técnica bajo la coordinación del Ingeniero Aarão Reis juzgó en igualdad de condiciones Belo Horizonte y Várzea do Marçal, opinando al final por la localidad de Belo Horizonte.

Para la designación de la localidad tuvieron en cuenta la protección contra los vientos fríos y húmedos, garantizada por las Sierras del Corral y Contagem, con manantiales de agua de excelente calidad y suficientes para abastecer su población. Prevista para abrigar aproximadamente 400.000 habitantes, la capital fue inspirada en ciudades modernas del mundo, como Paris y Washington, partiendo de una nueva concepción estética y urbana, avenidas anchas, calles

simétricas y arboladas, bulevares, plazas, jardines y un moderno sistema de transportes.

Así fue que entre ruidosas y justas conmemoraciones nació la nueva Capital de Minas Gerais en el día 12 de diciembre de 1897 en acto público solemnísimos, presidido por el Dr. Crispim Jacques Bias Fortes, Presidente de Minas. La ciudad había costado al Estado la suma de 36 mil contos de réis, unidad monetaria en la época del Império.

Belo Horizonte, según el Censo 2010, tiene una población de 2.375.444 habitantes, ocupa una extensión territorial de 331 km², aproximadamente 1.742.843 electores y un PIB per cápita de aproximadamente R\$ 17.313,00.

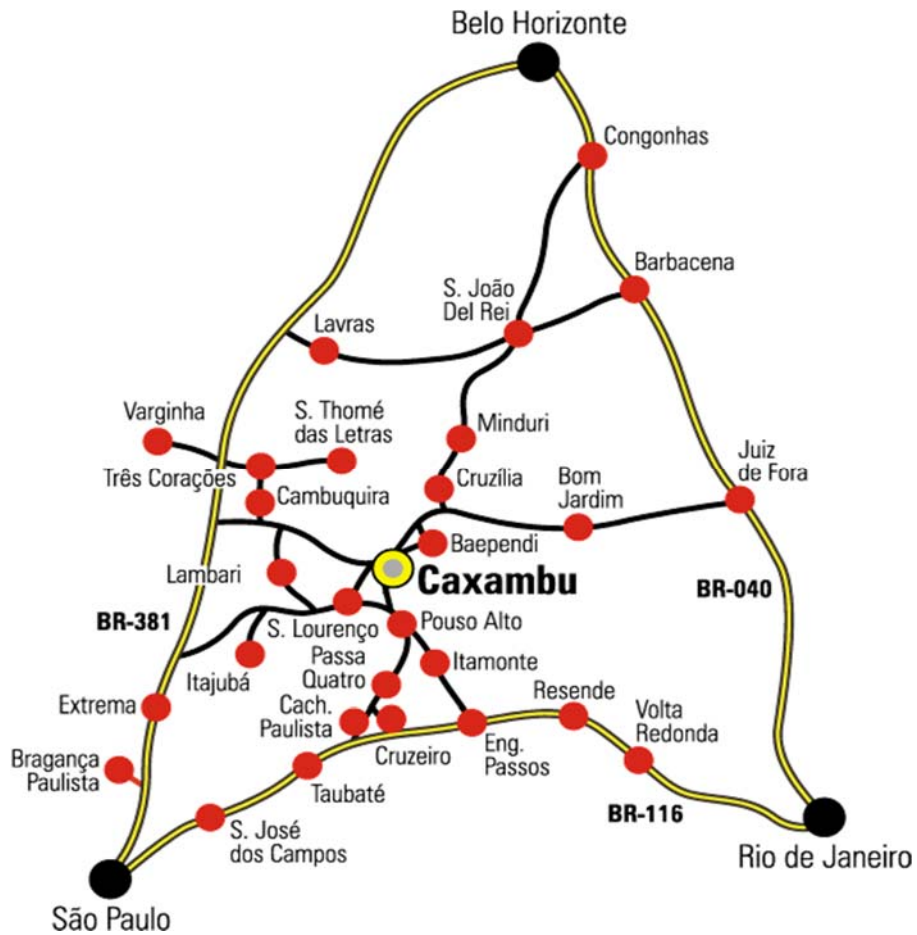
El Municipio de **CAXAMBU** pertenece a la región sur del Estado de Minas Gerais, denominado Circuito de las Aguas, se localiza a una distancia de 350 km de la capital del Estado, Belo Horizonte, a través de la BR 381 (Fernão Dias) y BR 267 (Vital Brasil). Caxambu se encuentra a 250 km de Rio de Janeiro y 300 km de São Paulo (Mapa 3). También cuenta con un aeropuerto con pista de 2000 m de longitud para pequeñas aeronaves. La ciudad se comunica con otros polos urbanos regionales por rutas estatales²⁶.

Las coordenadas geográficas de Caxambu son las siguientes:

21° 59' 0" S / 44° 56' 0" W

Su área territorial es estimada en 101,06 Km² y con respecto a su relieve, la topografía está constituida por 25% de terreno plano, 40% de ondulado y 35% de montañoso.

²⁶ Secretaria de Minas e Energia do Estado de Minas Gerais. Estudos Geoambientais das Fontes Hidrominerais de Cambuquira, Caxambu, Conceição do Rio Verde, Lambari e São Lourenço. Informe final. Belo Horizonte (MG): SMEEMG; 1999.



Mapa 3 – Mapa de las rutas de acceso a Caxambu y alrededores²⁷

Su altitud máxima es de 1257 m (Alto da Boa Vista) y la mínima es de 863 m en la Oz do Ribeirão do Tabuão. El punto central de la ciudad tiene una altitud media de 895,37 m.

²⁷ Maciel YR. Caxambu, turismo além das águas minerais. Potencialidades e entraves. [Trabajo de Postgrado]. Belo Horizonte: Instituto de Geociencias da Universidade Federal de Minas Gerais; 2008.



Mapa 4 - Mapa topográfico de Caxambu (escala 1:50.000)²⁸



Foto 1 - Imagen de satélite de la ciudad de Caxambu²⁹

²⁸ Referido en 13 de abril de 2012. [consultado 05-09-2013] Disponible en: <https://maps.google.com.br/maps?q=mapa+topografico+caxambu&ie=UTF-8&hq=&hnear=0x9e242003f0aca3:0x5c2ea57693d11d8a,Caxambu+-MG&q=br&t=p&ei=m8MfUoCvHJK-9QSomYHQCA&ved=0CC4Q8gEwAA>

²⁹ Referido en 13 de abril de 2012. [consultado 05-09-2013] Disponible en: <http://primeirafonte.blogspot.com.br/2012/01/projeto-de-preservacao-e-conservacao-do.html>



Foto 2 - Colina de Caxambu (Google Earth - 20/01/13)

VI.A.1.b. Clima

Los aspectos climáticos de esta área, de acuerdo con el Instituto de Geociencias Aplicadas (IGA)³⁰, corresponden, en la clasificación de Köppen, al tipo C, equivalente al mesotérmico húmedo del subtipo Cwb, tropical de altitud con veranos suaves, temperatura de mes más caliente inferior a 22°C y con media de precipitación pluviométrica anual alrededor de 1400 mm. El mayor periodo de lluvias ocurre en los meses de junio, julio y agosto. En regiones más altas el clima tiende al subtipo Cf, mesotérmico húmedo, sin estación seca y con veranos suaves.

³⁰ Instituto de Geociências Aplicadas. Atlas Geoconômico da Microrregião do Circuito das Águas. Belo Horizonte: IGA; 1982.

La temperatura media en la referida región oscila poco anualmente, variando entre 18° y 19°C.³¹

VI.A.1.c. Hidrografía

El Municipio de Caxambu está bañado por el Río Verde o sus afluentes, sin embargo, el principal río del Municipio es el Río Bengo, que atraviesa la región en estudio, donde se presenta canalizado en su trayecto desde el Parque de las Aguas, atravesando el centro urbano de la ciudad de Caxambu hasta desaguar en el Arroyo João Pedro, afluentes del Río Baependi, integrante de la cuenca del Río Verde. El Río Verde nace en la Sierra de los Ivos, brazo del macizo de la Sierra de la Mantiqueira, con altitud aproximada de 2000 m, es el más grande afluente del Río Sapucaí. Con la construcción del Dique de Furnas y con la consecuente formación del lago del mismo nombre, el Río verde actualmente desagua en este reservatorio. Su cuenca total comprende 6802 km². Sus principales afluentes son los Ríos: Passa-Quatro, Baependi, Lambari, Peixe, Palmela y Espera. En la región estudiada (Alto Río Verde), los ríos prácticamente se desarrollan en sentido Sur-Norte. Aguas abajo de esta área, el Río Verde se disloca básicamente en el sentido Sureste - Noroeste hasta su desembocadura. La Figura 1 muestra el área drenada por el Río Verde. Las cuencas hidrográficas a aguas arriba de Caxambu están nombradas en la Tabla 1.

Los recursos hídricos regionales, analizados cuantitativamente, fueron evaluados por el Instituto de Geociências Aplicadas (IGA)³² utilizándose el método de Thornthwaite y Mather, y según la metodología de

³¹ Empresa de Pesquisas Agropecuárias de Minas Gerais. Atlas Climatológico do Estado de Minas Gerais. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 1982.

³² Instituto de Geociências Aplicadas, op. cit.

estudio, se verificó que en todas las estaciones meteorológicas usadas para el cálculo del balance hídrico, el total anual de precipitación pluviométrica es superior al total anual de evapotranspiración potencial.

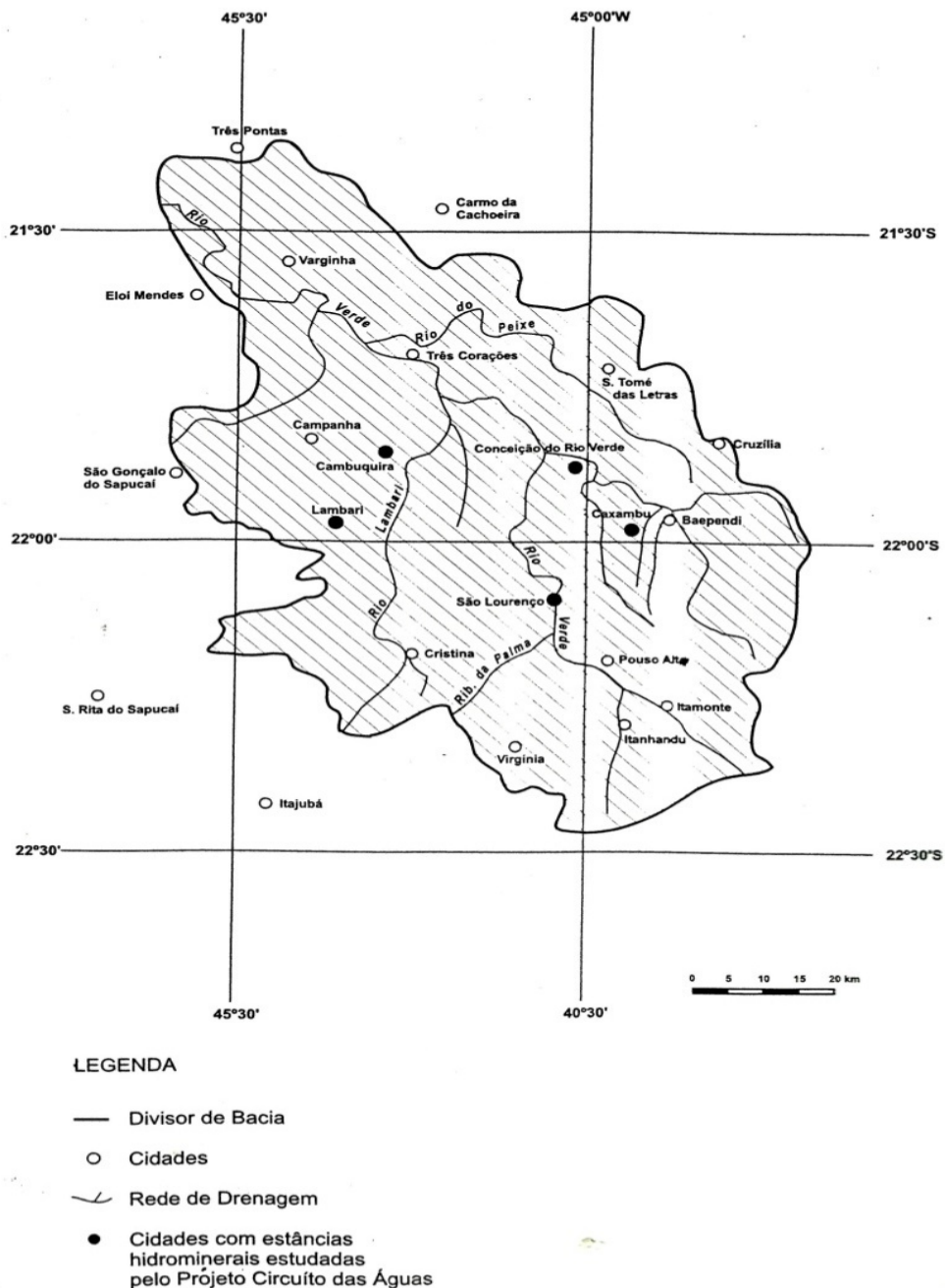


Figura 1 - Cuenca del Río Verde³³

³³ Secretaria de Minas e Energia do Estado de Minas Gerais. Estudos Geoambientais das Fontes Hidrominerais de Cambuquira, Caxambu, Conceição do Rio Verde, Lambari e São Lourenço. Informe final. Belo Horizonte (MG): SMEEMG; 1999. p. 26.

Sub-cuenca hidrográfica estudiada	Município	Sub-cuencas de la Cuenca del Río Verde a las cuales pertenece
Arroyo Bengo	Caxambu	Arroyo João Pedro, Río Baependí
Arroyo Contendas	Conceição do Río Verde	Río Baependí
Arroyo Mumbuca	Lambari	Río Lambari
Arroyo Cambuquira	Cambuquira	Arroyo do Barreiro, Río São Bento
Arroyo São Lourenço	São Lourenço	Desagua directo en el Río Verde
Arroyo Marimbeiro	Cambuquira	Arroyo do Barreiro, Río São Bento

Tabla 1 – Cuencas Hidrográficas aguas abajo - Parques de Aguas³⁴

Basado en este estudio, el período en que el total de precipitación es superior a las necesidades de agua (evapotranspiración potencial) es considerado climáticamente húmedo y corresponde a los meses de enero, febrero, marzo, noviembre y diciembre. El período en que la precipitación pluviométrica es inferior a la evapotranspiración potencial es considerado climáticamente seco, y en la región estudiada corresponde, casi siempre, a los meses de abril a septiembre.

En los períodos en que hay exceso de agua en el suelo, ese periodo es considerado biológicamente húmedo, y ocurre en los meses de enero, febrero, marzo, noviembre y diciembre. Los períodos caracterizados como biológicamente secos son aquellos que se encuentran deficitarios de agua en el suelo. La estación hidrotermal de Caxambu presenta déficit en los meses de abril a septiembre. El Gráfico No. 1 presenta el balance hídrico de Caxambu³⁵.

³⁴ Secretaria de Minas e Energia do Estado de Minas Gerais. Estudos Geoambientais das Fontes Hidrominerais de Cambuquira, Caxambu, Conceição do Río Verde, Lambari e São Lourenço. Informe final. Belo Horizonte (MG): SMEEMG; 1999. p. 27.

³⁵ Penna FM. Hidrologia de superfície e qualidade das águas do Município de Caxambu. Informe interno. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Minas e Energia de Minas Gerais; 1996.

Tabela 1 - Dados do balanço hídrico.

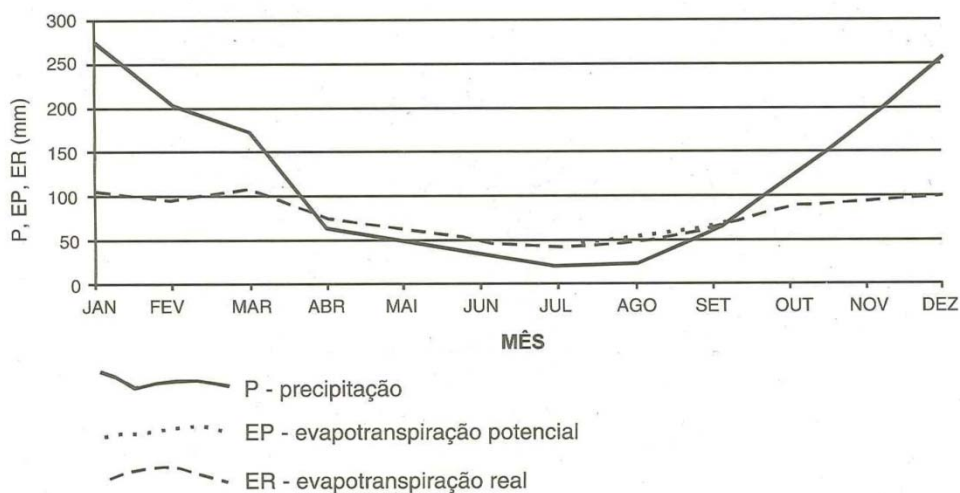


Gráfico 1 - Balance Hídrico de la región de Caxambu³⁶

Referente a los aspectos de calidad de las aguas de superficie, Penna concluyó que, en el Municipio de Caxambu, los cursos de agua presentaban agua de buena calidad. La principal carga de polución existía en algunos puntos específicos de la propia ciudad. El autor alerta para una mejor atención a los drenajes a montante del Parque de las Aguas, porque, por su proximidad física, pueden presentar mayores riesgos de contaminación para los manantiales del referido Parque.

VI.A.1.d. Flora

Se define como vegetación toda la cobertura vegetal de una determinada área. Esta cobertura, formada por una o más

³⁶ Secretaria de Minas e Energia do Estado de Minas Gerais. Estudos Geoambientais das Fontes Hidrominerais de Cambuquira, Caxambu, Conceição do Rio Verde, Lambari e São Lourenço. Informe final. Belo Horizonte (MG): SMEEMG; 1999. p. 28.

comunidades vegetales, está siempre asociada a elementos climáticos como humedad, precipitación pluviométrica y temperatura.

El Municipio de Caxambu se ubica dentro de un área originalmente compuesto por Mata Atlántica, según el mapa "región Original de la Mata Atlántica- IEF/MG-Mar/90". Fitogeográficamente, las formaciones forestales de la región de Caxambu pertenecen al dominio de la Floresta Atlántica³⁷, representada por la Floresta Estacional Semidecidual Montana, aunque ocurra bien próximo (Planalto de Caxambu) a la Floresta Ombrófila Densa y Ombrófila Aberta, ambas Montanas³⁸⁻³⁹.

De acuerdo con estudios de campo realizados, se observa una variación cuanto al grado de conservación de la vegetación en la región. Actualmente, se presenta con formaciones vegetales que van desde manchas escasas de Florestas Pluviales, en las laderas de montes y grutas, hasta subformaciones de sabanas en áreas de mayor influencia antrópica.

Según los mapas de cobertura vegetal y uso del suelo⁴⁰, basados en imágenes del satélite Landsat TM, regionalmente se encuentra allí los siguientes tipos de vegetación y ocupación del suelo: áreas agrícolas, pastos, mata-floresta estacional semidecidual preservada en altos topográficos, matas ribereñas, formaciones vegetales en llanuras.

El contacto Floresta Estacional/Floresta Ombrófila Mista ocupa la faja altimétrica de los 800 a los 1200 m. La Floresta Ombrófila Mista

³⁷ Rizzini CT. Tratado de Fitogeografía do Brasil: Aspectos Sociológicos e Florísticos. São Paulo: Editora Hucitec EDUSP; 1979.

³⁸ Veloso HP, Rangel Filho ALR, Lima JCA. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Informe técnico. Rio de Janeiro:Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 1991.

³⁹ Departamento Nacional de Produção Mineral. Levantamento de Recursos Naturais do Projeto RADAMBRASIL. Informe técnico. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 1983. Informe Nº: SF 23/24-RJ/Vitória-v.34.

⁴⁰ Cobertura Vegetal e Uso do Solo do Estado de Minas Gerais (mapa). Belo Horizonte: Instituto Estadual de Florestas; 1994.

consiste en un tipo de vegetación también conocida como “mata-de-araucária” o pinales que ocurre en las partes más altas de la Sierra de la Mantiqueira.

La Floresta Estacional Semidecidual (sinónimo de mata semicaducifolia) tiene un tipo de vegetación condicionado a la dupla estacionalidad climática, una estación tropical con época de intensas lluvias de verano, seguida por estiaje acentuada, y otra subtropical sin período seco, pero con sequia fisiológica provocada por el intenso frío en el invierno. Estos climas determinan una estacionalidad foliar de los elementos arbóreos dominantes, los cuales tienen adaptación ora para la deficiencia hídrica, ora para la caída de temperatura en los meses fríos.

Según el estudio piloto realizado por Lumbreras & Shinzato⁴¹, en Caxambu, se concluyó que los pastos ocupan 72,37% del área total con explotación pecuaria de forma semi-intensiva. Los principales forrajes utilizados en el pastoreo directo son jaragua (*Hypparrhenia rufa*), hierba de grasa (*Melinis minutiflora*), cesped-batatis (*Paspalum notatum*) y las braquiarias (*Brachiaria decumbens* y *Brachiaria brizanta*).

No obstante, ocurre en el Municipio de Caxambu, 1085 ha (10,85%) de florestas clasificadas como Contacto Floresta Estacional/Floresta Ombrófila Mista, con presencia de araucaria (*Araucaria angustifolia*). La araucaria ocurre principalmente en los ambientes fluviales y en las grandes altitudes- las cuotas varían de 850-1250 metros sobre el nivel del mar, acompañadas de especies latifoliadas que representan el testimonio de la presencia de la Floresta Ombrófila Mista Montana⁴².

⁴¹ Lumbreras JF, Shinzato EM. Levantamento de solos do Município de Caxambu. Relatório interno. Belo Horizonte: Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais; 1993.

⁴² Departamento Nacional de Produção Mineral, op. cit.

En el área de influencia directa, definido por el Parque de las Aguas (Foto 3), está implantado el conjunto vegetal, paisajístico y arquitectónico en estilo francés con lago artificial aguas arriba, con sus manantiales, el Balneario y Unidad de Envasado de Agua. Asociada a una vegetación nativa y exótica característica, componiendo con un jardín de flores tropicales, conjunto de árboles como los plátanos (*Platanus occidentalis*), coníferas (pinos y tuías), bosque de eucaliptos y parte de la mata de la ladera que entra por el Parque, contornando el lago, forman un conjunto paisajístico que debe tener protección y recuperación.

El Parque de las Aguas contiene innumerables especies nativas y exóticas introducidas en el comienzo del siglo XX, con finalidad paisajística destacándose los plátanos (*Platanus occidentalis*); las especies de eucaliptos (*Eucalyptus ficifolia*, *citriodorum*, *argenteum* y *saligna*). Entre las palmeras reales (*Archontophoenix sp*) e imperiales (*Oystonea oleracea*), los cipres (*Chamaecyparis obtusa*), pinos (*Pinus elliottii*), flamboyán (*Delonix regia*), que conceden al conjunto una gran importancia histórica y cultural.

El bosque del Parque, que comienza en las proximidades de la Fuente Mayrink se caracteriza por su colección de eucaliptos y pocas nativas como canela, peroba y jacarandas.

VI.A.1.e. Fauna

La caracterización de la fauna terrestre y acuática, presentada a continuación, representa solamente una síntesis de los datos disponibles a través de la consulta de literatura técnica y estudios de la región por el IEF- Instituto Estadual de Florestas.



Foto 3 - Parque de Aguas Dr. Lisandro Carneiro Guimarães
(Acervo del autor)

La avifauna, sin dudas es el grupo más abundante de la región, tuvo su descripción obtenida mediante investigaciones en literatura, informaciones obtenidas directamente de la población local y también visualizada con frecuencia en el interior del Parque.

Las áreas de mata de ladera se vuelven espacios de colonización faunística, fundamentales para su manutención y consolidación. Ocurren familias *Picidae* (carpinteros) y *Psittacidae* (papagayos, cotorritas y afines).

Las especies de mamíferos aparecen más en áreas del entorno, siendo más difícil de encontrarlas en áreas de influencia directa. Puede verse la paca (*Agouti paca*) y el agutí (*Dasyprocta sp*) como mamíferos

presentes en la región hasta los días actuales, a pesar de estar muy presionados por la caza. Otros animales citados fueron dos especies de armadillos (*Euphractus sexcinctus* y *Dasyopus novemcinctus*).

La investigación de la mastozoología y herpetología o herpetofauna nos apunta para una población variada en el contexto regional, pero poco presente en el lugar, posiblemente en función de los ruidos, entre otros impactos ambientales peculiares a las actividades que son ejercidas allí. Relativo a la herpetofauna, se visualizó apenas una especie de ese grupo: *Tropidurus torquatus* (lagarto trepador oriental, camaleón o teyú taragüí). Fueron descritas especies del género *Bothrops*: *Bothrops jararaca* (yará), *Bothrops jararacussu* (yarácusú, urutu dorada) e *Bothrops alternatus* (víbora de la cruz). Serpientes no venenosas también fueron identificadas, como: *Dendrophidion dendrophis* (culebra corredora de cayena), *Spillotes pullatus* (ñacanicá buchona) y *Xenodon merremii* (falsa yará de Guayana Francesa).

VI.A.2. POBLACIÓN

La región denominada Circuito de las Aguas de Minas Gerais está insertada en una microrregión denominada "São Lourenço", compuesta por 16 Municipios, incluyendo Caxambu, que por su vez integra la región de Planificación Sur de Minas Gerais (SEPLAN) integrada por 153 Municipios.

Las ciudades con potencial de turismo hidrotermal presentan un flujo turístico compuesto principalmente por personas de São Paulo-Minas Gerais-Rio de Janeiro, y que desempeña un papel fundamental en la economía de la región.

Considerados como factores preponderantes para el crecimiento actual y futuro de la región del Circuito de las Aguas, se destaca en primer lugar la migración de las industrias de la región metropolitana de São Paulo para el interior del estado de São Paulo u otros Estados. Este proceso de desconcentración industrial, de acuerdo con Diniz y Crocco⁴³, se produjo desde la década de 80 y sufrió un proceso de desaceleración en la región Centro Sur del país, en un polígono que iba de la región central de Minas Gerais hasta la región noroeste del Estado del Rio Grande do Sul.

El factor de mayor importancia para el seguido desarrollo regional del Circuito de las Aguas fue la modernización y duplicación de las diversas carreteras estaduais y federales que cortan la región, entre ellas la Carretera Fernão Dias (BR 381), proporcionando un mejor acceso para las Estancias Hidrominerales del sur de Minas Gerais.

El censo de 2010 – IBGE revela que la población actual de la ciudad de Caxambu es de 21.719 habitantes, siendo 10.532 del sexo masculino y 11.187 del sexo femenino distribuidos en aproximadamente 100 km²⁴⁴.

De este total, 21.266 residen en la zona urbana y solamente 453 habitan en la zona rural. Datos de interés social están representados en la Tabla 2.

La región estudiada, incluyendo el Municipio de Caxambu, es considerada y clasificada como de desarrollo medio (FJP, 2000) teniendo en consideración la metodología IDH-M [índice de desarrollo humano municipal] aplicada y uniformizada por la Organización de las

⁴³ Gutberlet J. Produção Industrial e Política Ambiental: Experiências de São Paulo e Minas Gerais. São Paulo: Konrad Adenauer Stiftung; 1996.

⁴⁴ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Brasileiro 2010. Informe final. Brasília: IBGE; 2010. [consultado 05-09-2013] Disponible en: <http://censo2010.ibge.gov.br/en/resultados#>

Naciones Unidas desde 1990 con la finalidad de comparar el estado de desarrollo relativo entre los países.

CAXAMBU – CENSO 2010 (IBGE)	
Base de Extensión Territorial	100 km ²
Total de habitantes	21.719
Total de hombres	10.532
Total de mujeres	11.187
Total de población rural	453
Total de electores (representación política)	17.298
Alumnos matriculados (ciclo medio)	1.021
Establecimientos de salud (sistema público)	8
Establecimientos de salud privados	10
Nacidos vivos registrados (censo 2009)	223
Incidencia de pobreza y desigualdad social	27,5%
Índice de Gini ⁴⁵	0,42

Tabla 2 - Datos de interés general de Caxambu (www.ibge.gov.br)

El IDH usa como parámetros de evaluación la variable económica (renta), la educación y la longevidad. El índice de longevidad se obtiene tomando como base la esperanza de vida al nacer; el índice de educación es basado en la tasa de alfabetización y en el número medio de años de estudio de la población en estudio; y el índice de renta se establece por medio de la renta familiar “per cápita”. Según la ONU la escala de clasificación de desarrollo humano [IDH] es la siguiente:

IDH hasta 0,5: países con desarrollo humano bajo;

IDH entre 0,5 y 0,8: países con desarrollo humano medio;

IDH arriba de 0,8: países con desarrollo humano alto.

El IDH-M de la región de Caxambu estaba en 0,734 en 1991, y en 2000 ya era de 0,796 lo que revela una mejora en la calidad de vida de sus habitantes. El Censo 2010 realizado por el IBGE – Instituto Brasileiro

⁴⁵ Wolffenbüttel A. O que é? Índice de Gini. Revista Desafios do Desenvolvimento. 2013. [consultado 05-09-2013]. Disponible en: http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=

de Geografía y Estadística – en todo el territorio brasileiro todavía no divulgó los resultados finales.

Otros datos de interés general y que dicen a respecto del desarrollo humano municipal son las siguientes:

Esperanza de vida al nacer: 73,8%

Tasa de alfabetización de adultos: 92,11%

Tasa de frecuencia escolar: 77,04%

Índice de longevidad (IDH-L): 0,8134

Índice de Educación (IDH-E): 0,871

Índice de Renta (IDH-R): 0,705

Clasificación en la Unidad Federativa (Minas Gerais): 62

Clasificación Nacional: 634

Densidad demográfica de Caxambu: 219,5 habitantes/km².

VI.A.3 ECONOMIA

El turismo es una de las principales fuentes de renta de la Ciudad de Caxambu y los demás municipios del Circuito de las Aguas. El Parque de las Aguas "Dr. Lisandro Carneiro Guimarães", donde se ubican los principales manantiales hidrominerales, es la principal atracción turística.

La Unidad de Envasado de aguas minerales es otro factor de importancia económica. Entretanto, no hay un estudio sistematizado de las aguas de los otros manantiales, desconociéndose actualmente

cualquier estudio que haga referencia de su potencial relacionado a la Hidrología Médica actual.

Dada la importancia económica, turística y cultural, se hacía necesario un estudio más relevante referente al municipio de Caxambu y su potencialidad como estancia hidromineral de mayor importancia en el contexto nacional, desde el descubrimiento de sus manantiales alrededor de 1814.

En 2006 la Municipalidad de Caxambu⁴⁶ realizó una investigación local para elaborar el perfil del turista nacional que visita Caxambu, y la compilación se refleja en las Tablas 3a y 3b.

Para Souza e Correa⁴⁷ "turismo es el desplazamiento de personas aisladas o en grupos de uno para el otro, por diferentes motivos e intereses, permitiendo el intercambio de cultura y unión entre los pueblos". De esta manera, tenemos que el turismo tomó un carácter más holístico con el pasar del tiempo y dejó de ser una actividad contemplativa⁴⁸.

La región de Caxambu ejerce su función turística desde hace mucho tiempo, y esta actividad siempre estuvo muy vinculada al componente "agua mineromedicinal", asociado al hecho de que está en la vía de la Ruta Real, que comenzaba en la ciudad minera de Diamantina e terminaba en la ciudad de Paraty, y en el tiempo del Imperio servía como camino de pasaje de las riquezas minerales rumbo a Portugal.

⁴⁶ Prefeitura Municipal de Caxambu. Perfil do Turista Nacional que visita Caxambu. Informe interno. Caxambu: Secretaria Municipal de Turismo; 2006.

⁴⁷ Souza AM, Correa M. Turismo: Conceitos, definições e siglas. Manaus: Editora Valer; 1998.

⁴⁸ Maciel YR. op. cit.,; 2008, 89 pp

250 ENTREVISTADOS	
Procedencia	
40% Rio de Janeiro	78% capital – 22% otros municipios
29% Minas Gerais	65%capital – 35% otros municipios
26% São Paulo	53%capital – 47% otros municipios
5% Otros Estados	Paraná, Santa Catarina, Espirito Santo
Promedio de Permanencia	
Santa Catarina	6,5 días
Rio de Janeiro	6,4 días
São Paulo	6,3 días
Minas Gerais	5,7 días
Paraná	3,6 días
Espirito Santo	3 días
Tipo de Hospedaje	
En hoteles	75%
En residencia propia	11%
En casa de parientes/amigos	13%
Otros	1%
Nivel de Instrucción	
Nivel superior	65%
Nivel medio	25%
Nivel fundamental	10%
Calificación después del contacto con la oferta turística	
Excelente	12%
Muy buena	5%
Buena	50%
Regular	23%
Mala	10%
Transporte utilizado para llegar a Caxambu	
Automóvil	70%
Ómnibus y Camionetas	30%
Hábito de viajar	
Solo	8%
En grupo	18%
En familia	74%
Sexo	
Masculino	57%
Femenino	43%
Frecuencia de visita a Caxambu	
Vinieron por la primera vez	19%
Ya visitaron la ciudad	81%

Tabla 3a - Perfil del turista que visita Caxambu

250 ENTREVISTADOS	
Los que ya visitaron Caxambu	
Más de 2 veces	20%
Más de 3 veces	23%
Más de 5 veces	57%
Organización del viaje	
Por su cuenta	85%
Por organizadores independientes	10%
Por agentes de viaje	5%
Razones por elegir Caxambu	
Eventos	10%
Atractivos naturales	85%
Atractivos culturales	5%
Gasto medio (Reales/persona)	
Hasta R\$60,00	15%
De R\$70,00 a R\$100,00	50%
De R\$110,00 a R\$140,00	35%
Evaluación de los precios cobrados en el municipio	
Consideran justos	62%
No lo consideran justos	32%
Precios justos percibidos por los visitantes	
Hospedaje	50%
Balneario	20%
Recuerdos	15%
Carretelas	15%
Sugestiones para mejoramiento de Caxambu	
Mejorar la divulgación	35%
Mejorar la conservación del Parque y Balneario	25%
Entretenimiento para el turista	20%
Calificación de la mano de obra en hoteles y comercio	15%
Incentivar actividades nocturnas	10%
Lo que influenció la razón de la visita	
Amigos y parientes	70%
Propaganda de hoteles	20%
Internet	10%
Ya estuvo en otras ciudades del Circuito de las Aguas	
Si	70%
No	30%
Ciudades que conoce	
São Lourenço	60%
Poços de Caldas	20%
Águas de Lindoia	10%
Lambari	5%
Cambuquira	5%

Tabla 3b - Perfil del turista que visita Caxambu (cont.)

El total de 12 manantiales de diferentes aguas minerales (y su “poder curativo”) en el Parque de las Aguas actuó como factor destacado en la divulgación del Municipio desde el inicio del siglo XIX como la mayor concentración de manantiales que lleva el título de mayor diversidad de aguas minerales en el mundo. La cronología oficial divulgada por la Administración Municipal demuestra la importancia del descubrimiento de las aguas para el desarrollo de Caxambu, que culminó con la llegada de la Princesa Isabe-I y al usar las aguas medicinales, curarse de su infertilidad. La princesa, después de curar su anemia, quedó embarazada, y en homenaje mandó erigir un templo religioso en devoción a Santa Isabel de Hungría⁴⁹ (Foto 4).



Foto 4 - Igreja de Santa Isabel de Hungría (Acervo del autor)

⁴⁹ Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais. Processo No. 108 de Tombamento do Conjunto Paisagístico e Arquitetônico do Parque das Águas de Caxambu. Informe final. Belo Horizonte: IEPHA-MG; 1998.

Desde el punto de vista económico, también hay que valorar el peso del sector agropecuario Tabla 4

CENSO 2010/CAXAMBU⁵⁰	
PIB per cápita	R\$ 6.636,03
CENSO AGROPECUARIO/2010	
Propietario Individual (Nº de Establecimientos)	126
Área de Propiedad Individual	6898 hect.
Número de establecimientos arrendados	10
Área Arrendada	429 hectáreas
Utilización de Tierra con Labranza Permanente (Nº Establecimientos)	16
Área de Labranza Permanente	302 hectáreas
Utilización de Tierra con Labranza Temporal (Nº Establecimientos)	34
Área de Labranza Temporal	139 hectáreas
Utilización de Tierra para pastaje natural (Nº de Establecimientos)	110
Área utilizada para pastajes naturales	3300 hect.
Matas y/o florestas destinadas a la preservación natural permanente y legal (Nº de Establecimientos)	32
Área destinada a la preservación natural	561 hectáreas
Personal de Establecimientos Agropecuarios (31/12/2010)	124 personas
Nº de Establecimientos Agropecuarios con especie de bovinos	95
Especie de Efectivo – Bovinos	5223 cabezas
Especie de Efectivo – Equinos	589 cabezas
Especie de Efectivo – Porcinos	147 cabezas
Especie de Efectivo – Aves	1582 cabezas
Nº de Establecimientos Agropecuarios que producen leche	56
Nº de Vacas Ordeñadas (2010) en los Establecimientos Agropecuarios (que producen leche)	1255 cabezas
Cantidad de leche producida en 2010	971.000 litros
Valor de la Producción de leche de vaca en 2010	R\$440.000
Producción de Café Arábica en grano verde. Nº de Establecimientos con más de 50 pies de café en 31/12/2010	10
Café Arábica. Cantidad producida hasta 31/12/2010	159 toneladas
Café Arábica (grano verde). Valor de la producción en 31/12/2010	R\$439.000
Producción de Caña de Azúcar (labranza temporal) 2010	131 toneladas
Valor de la producción de Caña de Azúcar (labranza temporal)	R\$42.000

Tabla 4 - Censo agropecuario de Caxambu - IBGE

⁵⁰ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, op. cit.

VI.B. ENCUADRE GEOLOGICO-HIDROGEOLOGICO⁵¹

GEOLOGÍA. Quanto a la geomorfología, la región del Municipio de Caxambu presenta un relieve representativo de dos grandes compartimientos geomorfológicos⁵² (Figura 2): la Depresión del Río Verde y la Serra da Mantiqueira.

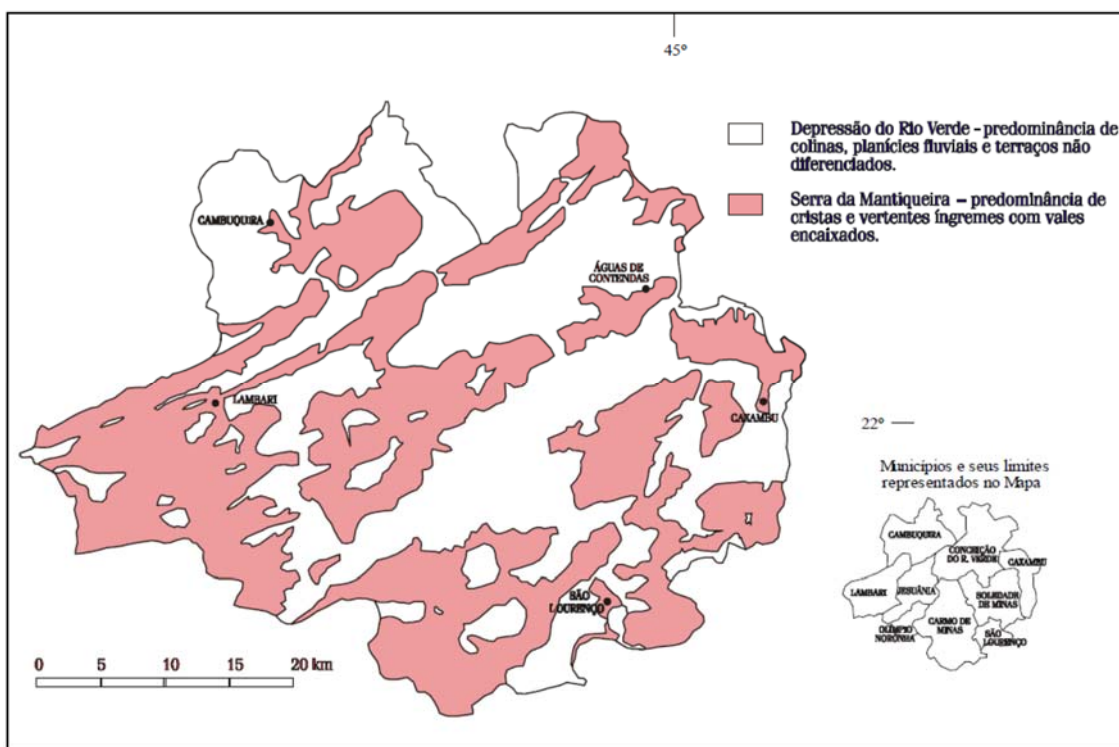


Figura 2 - Compartimentación geomorfológica del Circuito de Aguas⁵³.

⁵¹ El presente estudio del encuadre geológico e hidrogeológico de Caxambu está basado en el más completo informe técnico sobre las características geoambientales de sus fuentes hidrominerales. MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Minas e Energia. Estudos Geoambientais das fontes hidrominerais de Águas de Contendas, Cambuquira, Caxambu, Lambari e São Lourenço. Belo Horizonte: 1999, 142 pp.

⁵² Instituto de Geociências Aplicadas, op. cit.

⁵³ Secretaria de Minas e Energia do Estado de Minas Gerais. Estudos Geoambientais das Fontes Hidrominerais de Cambuquira, Caxambu, Conceição do Rio Verde, Lambari e São Lourenço. op. cit., p. 32.

Sierra de la Mantiqueira. Es el conjunto de alineamientos de cristales de dirección SW – NE, caracterizado por vertientes abruptas y valles encajados, con alta susceptibilidad a deslizamientos gravitacionales y barrancos. En estos locales se constató la presencia de cimas planas cubiertas por materiales detríticos, remanentes de antiguas superficies de aplanamiento. Son encuadradas esas áreas²⁴ en la clase de relieves de estructuras orientadas, constituyendo cristales asimétricos y escarpas que se fusionan con rampas coluviales, “mares de montes” y colinas convexas. Incisiones de drenaje de 98 a 159 metros, declives entre 11° y 24° y formaciones superficiales espesas de textura arenarcillosas, recubiertas por pastos y vegetación secundaria reciben de 800 a 2000 mm³ de lluvias anuales. Según la morfodinámica actual, se produce el desarrollo de procesos morfogenéticos desde la desintegración mecánica hasta procesos superficiales de flujo difuso y concentrado, originando surcos, barrancos y quebradas, como también movimiento de masa.

El área de dinámica inestable es evidenciada por el dominio total de los procesos morfogenéticos, cuyo desequilibrio morfodinámico resulta de la intensa y desordenada utilización de las laderas con declive acentuado para áreas de pastaje.

La Depresión del Río Verde. Es resultado del encaje de un drenaje del tipo paralelo, constituido por el Río Verde y sus tributarios Lambari y Baependi. El relieve se caracteriza por una secuencia de colinas con vertientes suaves y valles poco profundos con fondo amplio, interrumpidas por alineamiento de cristales cortados por gargantas de sobreimposición. Estas gargantas se observaron principalmente en la Sierra del Jurumirina, en el pasaje del Río Verde, Lambari y Lambarzinho. Son áreas de disección débil, que ocupan, entre las principales formas derivadas de procesos de erosión, las colinas con

valles de fondo plano y con valles encajados. Las planicies fluviales y terrazas aluviales son producto de los procesos de deposición.

Las áreas donde se ubican los manantiales hidrominerales están localizadas en planicies aluviales, representativas de la Depresión del Río Verde, basadas en valles a veces, condicionados en su desarrollo por fuerte influencia estructural, como por ejemplo, el valle del Ribeirão Mumbuca, en el municipio vecino de Lambari.

Los procesos morfodinámicos actuales generaron las coberturas no consolidadas, características de cada uno de estos compartimientos geomorfológicos. Así, Lumbreras & Shinzato⁵⁴, en estudios realizados en el Municipio de Caxambu, afirman que desde "el punto de vista de la edafología", existen dos situaciones distintas de la fisiografía: la planicie fluvial y las tierras altas, con medianas laderas aplanadas, altiplanos, colinas y montañas. Las llanuras aluviales tienen sus suelos derivados de la sedimentación aluvial y esporádicamente lacustre. Ese acontecimiento está distribuido por toda el área, excepto en el extremo sur del municipio, de relieve inferior plano, presentando riesgo de encharcamiento e inundación. Los suelos son profundos, con restricciones de drenaje, poco fértiles, textura mediana y arcillosa, con presencia de venas de granulometría arenosa.

Las tierras de la parte alta ocupan la mayor parte de Caxambu, bajo el relieve suave y montañoso, elaborado en rocas metasedimentarias, precámbricas, con cuarcita, gneises y con gran porcentaje de mica y cuarzo. Predominan suelos profundos, bien drenados, de textura arcillosa y mediana de bajo nivel de fertilidad natural. Esas tierras son muy susceptibles a la erosión, principalmente cuando hay suelos que presentan capas horizontales de saprolito próximo a la superficie, a menos de 1,0 a 1,5 m de profundidad en lugares de laderas empinadas.

⁵⁴ Lumbreras JF, Shinzato EM, op. cit.

Según el Mapa Exploratorio de suelos en escala 1:1.000.000⁵⁵, las categorías de suelo en la región abarcada son: Latosol Rojo – Oscuro, Latosol Rojo – Amarillo, Cambisol Álic y Glei Húmico. En Caxambu, Lumbreras & Shinzato⁵⁶ describen así las unidades incluidas en el mapa a escala 1:25.000:

Latosol Rojo – Oscuro. Son suelos minerales erosionados, caracterizados por la presencia de horizonte B latosólico, con predominancia de arcilla 1:1 del grupo caolinita. Son desarrollados a partir de gneises, esquistos, cuarcita del Precámbrico. Discretamente susceptibles a la erosión, son profundos, bien drenados y arcillosos, muy porosos y permeables. Poseen secuencias de horizontes A – Bw – C, con transición gradual o difusa. Presentan bajo nivel de fertilidad, son álicos y distróficos; poseen reducida presencia de bases y elevada acidez. Se encuentran con bastante frecuencia distribuidos por todo el municipio, excepto en el extremo sur. Se ubican principalmente en la posición medianas encuestas y altiplanicie, de relieve suave ondulado. Como inclusiones ocurren las categorías Latosol Rojo – Oscuro A prominente y Latosol Rojo – Amarillo A moderado y prominente.

Cambisol. Son suelos minerales bien drenados, presentando horizonte A seguido de B incipiente (Bi). En el horizonte B, normalmente, percibe la presencia de fragmentos de rocas y/o materiales primarios resistentes a la intemperie. La mineralogía de la fracción arcilla del Bb acusa dominio de caolín, seguido de ilita, capas mixtas irregulares de ilita-clorita e ilita-esmegtita.

Poseen textura mediana y arcillosa, y con presencia de horizontes pedregosos. Son porosos, permeables y profundos, con secuencia de

⁵⁵ Departamento Nacional de Produção Mineral, op. cit.

⁵⁶ Lumbreras JF, Shinzato EM, op. cit.

horizontes A - Bi - C. Al horizonte A moderado sigue el horizonte Bi de colores rojizos, con matices 2,5 XR y 10 R.

El horizonte C (saprolita) ocurre entre 50 y 200 cm de profundidad. Su estructura guarda íntima relación con material originario, rico en mica y cuarzo, presentando un débil grado de desarrollo, con pequeña o nula adhesión entre los agregados y/o partículas primarias. Cuando expuesto, presenta extrema fragilidad, en términos, de resistencia a la erosión hídrica.

Esta categoría de suelo es muy frecuente, distribuyéndose homogéneamente por todo el municipio. Normalmente está situado sobre el relieve fuerte ondulado, que, sumado a la escasa profundidad del saprolito, lo vuelve muy susceptible a la erosión. Se observa en diversos lugares que la exposición del horizonte C puede causar procesos de erosión acelerada, con formación de barrancas condicionadas al fenómeno de derrumbe provocado por la erosión subterránea producida por aguas pluviales que se infiltran con facilidad en terrenos de gran permeabilidad.

Estos suelos son de baja fertilidad natural, distróficos y/o alic, con saturación de bases inferior al 30%, con suma de bases usualmente inferior a la unidad y moderada a fuertemente ácidos. Como inclusión se registró la clase de Cambisol poco profundo.

Cambisol-latosolico. Son intermediarios para Latosol Rojo - Oscuro. Los perfiles descritos presentan elevadas saturaciones por aluminio (alic) y textura arcillosa.

Glei poco húmico. Comprende sales minerales, hidromórficos, con horizonte A moderado, seguido de horizonte gley empezando a menos de 50 cm de la superficie.

Desarrollados a partir de sedimentos aluviales, estos suelos presentan bastante falta de uniformidad de las características morfológicas y analíticas, tanto a lo largo del perfil como horizontalmente. Son profundos, mal drenados, de baja fertilidad y con secuencia de horizontes A – Cg. En la superficie presentan colores grisáceos con manchas, siendo frecuente la presencia de capas freáticas próximas a la superficie. Poseen textura media y arcillosa, a veces entreverada con capas discontinuas de textura arenosa. Es la categoría taxonómica más frecuente de las planicies fluviales. Ocurre en relieves bajos y planos, presentando riesgo de inundación.

Suelos orgánicos. Son suelos hidromórficos, de constitución orgánica por lo menos en los primeros 80 a 100 cm partiendo de la superficie. Desarrollados en ambiente palustre, se origina del progresivo acúmulo de residuos vegetales. Ocurren, principalmente, entre los diques marginales del Río Baependi y las tierras de la parte alta. Ocupan superficies poco extensas, bajo relieve plano – subcóncavo de la planicie subfluvial. Se presentan mal drenados, con capa freática superficial, baja densidad aparente, colores grisáceos oscuros o negros y pequeña diferenciación entre horizontes.

La fertilidad es baja, son álicos y fuertemente ácidos; se destacan altos valores de hidrógeno (H^+). El elevado poder de tamponamiento de estos suelos necesita de corrección para neutralización del aluminio, a veces bastante onerosa.

Suelos aluviales. Son suelos minerales, poco evolucionados, no hidromórficos, originarios de sedimentos aluviales. Presentan horizonte A moderado, seguido por una sucesión de capas estratificadas sin relación pedogenética entre sí.

Ocurren en las planicies fluviales, en situación fisiográfica de diques marginales de ríos y arroyos, en posición relativa más elevada dentro

de las tierras inundadas. Estos suelos presentan propiedades que pueden variar considerablemente a corta distancia vertical y/o horizontal. Son profundos, moderadamente drenados con arcilla de baja actividad. Poseen secuencia de horizontes A – C, con horizonte A moderado sobre capas sobrepuestas de naturaleza bastante diversificada. La textura es media y arcillosa, ocurriendo capas arenosas discontinuas.

Estas tierras presentan relieve plano con micro relieve y están sujetas a inundaciones ocasionales. Son poco fértiles, fuertemente ácidas, con baja presencia de bases y saturadas por aluminio.

Suelos aluviales gleicos. Son intermediarios para gleisolo. Bastante frecuentes en la planicie fluvial, generalmente asociados a suelos aluviales y gleisolos.

Suelos litólicos. Son suelos minerales poco evolucionados, poco profundos (menos de 50 cm hasta el sustrato de rocas), con horizonte A directamente sobre la roca pudiendo presentar exiguo C. Son bien drenados, poco fértiles, de textura medianamente pedregosa, muchas veces gravas y/o rocas. La secuencia de horizonte es de A – R o A – C – R. El horizonte C, cuando está presente contiene fragmentos de roca y/o un elevado contenido de materiales primarios poco resistentes a la intemperie. Poco frecuentes en el municipio, ocurren en lugares de relieve fuerte ondulado y montañoso, principalmente en la región más elevada del paisaje. El escaso espesor del suelo asociado al fuerte declive en que se encuentra hace que esa categoría sea fuertemente susceptible a los procesos erosivos. La Figura 2 define la compartimentación geomorfológica regional del Circuito de las Aguas, al sur de Minas Gerais.

HIDROGEOLOGÍA. Los perfiles litoestratigráficos de las captaciones de Caxambu muestran un substrato pedregoso de rocas gnéissicas recubiertas por sedimentos cenozoicos de composición areno-silte-arcillosa con niveles ricos en materia orgánica. Los substratos pedregosos se encuentran bastante alterados y, en algunos casos, caolinizados por la presencia de minerales feldespáticos de vetas pegamoides o brechas alcalinas (Caxambu). Estas descripciones indican que el principal acuífero es el fracturado con el agua infiltrando a través de fracturas en rocas bastante alteradas químicamente. Otro condicionante litológico, común en todas las surgencias hidrominerales estudiadas, son los sedimentos aluviales arcillosos y arcillosos-orgánicos, extremadamente importantes para el confinamiento de los acuíferos y la composición química de las aguas.

Estructuralmente las surgencias hidrominerales también presentan condicionantes comunes, como es el caso del sistema de fracturas Norte-Sur con NE (Aguas de Contendas, Caxambu y São Lourenço y Marimbeiro), Norte-Sur con NW (Cambuquira) e N-NW con NE (Lambari).

Las primeras hipótesis sobre el origen de las aguas minerales de la región sugerían que el agua tendría origen profundo y los gases serían de origen volcánico. Estas aguas atacarían las rocas en contacto, mineralizándolas en proporciones variables de acuerdo con la temperatura y la extensión del trayecto subterráneo⁵⁷. Las rocas, fuentes de los elementos mineralizantes presentes en las aguas, serían diques de pegmatita asociados a un magma de nefelinita que sustentarian las rocas de encaje constituidas de gneises, esquistos y cuarzo.

⁵⁷ Andrade Junior JF. Captação das Fontes de São Lourenço. Informe técnico. Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Produção Mineral; 1942. Informe No. 4.

En los datos obtenidos para este estudio, se sugiere un modelo hidrogeológico de infiltración de las aguas aluviales en los horizontes alterados de las rocas gnéicas, en áreas de colinas topográficamente más elevados próximos a los manantiales, infiltración a través de zonas milonitizadas (Caxambu, São Lourenço, Aguas de Contendas y Lambari) y fracturas parcialmente rellenas o no por diques pegamoides o brechas alcalinas (Caxambu), circulación por distintas profundidades y finalmente la descarga en áreas topográficamente más bajas, donde se encuentran sedimentos cenozoicos formadores de acuíferos libres o confinados.

Los modelos genéticos muestran diferencias, principalmente cuanto al origen de las aguas y gases. Las aguas probablemente no son de origen profunda, pues, según Hirata et al.⁵⁸, analizando velocidades basadas en la conductividad y gradientes hidráulicos, el tiempo máximo de residencia sería del orden de 30 años. Características físico-químicas de las aguas, como temperatura próxima a las medianas anuales del ambiente, bajas cantidades de cloruros, sulfatos y litio, entre otros, también indican que las aguas no son de circulación regional y/o profunda.

La peculiar existencia de grandes cantidades de anhídrido carbónico disuelto en las aguas está relacionado a la presencia, en los lugares de descarga del acuífero fracturado, de niveles arcillosos, confinados, ricos en materia orgánica vegetal, que dan lugar a un ambiente reductor para la liberación de CO₂.

Estas hipótesis fueron obtenidas principalmente de observaciones hechas en las Estancias de Caxambu y São Lourenço por la mayor disponibilidad de datos. Entretanto, el modelo es válido para otras Estancias, una vez que otras ocurrencias hidrominerales se encuentran

⁵⁸ Hirata R, Fernandes A, Yoshinaga S, Almodovar M, Bernardes Junior, C. Estudo para localização de Fontes de Águas não Carbogosasas. Informe técnico. São Lourenço: Empresa São Lourenço S/A.; 1994.

posicionadas sobre zonas milonitizadas de rocas gnéicas fracturadas preferencialmente en el sistema N-S con NE, en áreas de bajos topográficos y de sedimentación aluviana con la presencia de arcilla orgánica vegetal. La composición química de las aguas de todas las Estancias Hidrominerales del Circuito de las Aguas comparativamente similares también sugiere una interacción común de las aguas infiltradas con minerales alcalinos durante el trayecto de circulación subterránea.

Es muy probable que parte de las áreas de recarga de los manantiales hidrominerales se ubiquen relativamente distante de los manantiales, principalmente porque no ocurren variaciones expresivas de flujo y de composición química durante los años de explotación (algunas captaciones fechan del siglo XIX). Si las recargas estuviesen íntimamente relacionadas a las aguas superficiales de infiltración, en las proximidades de los manantiales, deberían existir fluctuaciones estacionales por precipitación, que serían observadas por alteraciones considerables en el flujo y en la composición química de las aguas.

Entre la serie de trabajos desarrollados, se destaca la caracterización hidrogeológica e hidroquímica de los manantiales hidrominerales y de las aguas subterráneas naturales de las cuencas aguas arriba de la Estancia de Caxambu, sur de Minas Gerais.

Geológicamente la región se sitúa sobre rocas de edad arqueozoica y del proterozoico inferior, donde predominan ortogneises, magmatitas, secuencias meta sedimentales y meta vulcano sedimentales.

Son escasos los estudios hidrogeológicos de detalle, hasta mismo regionales, ejecutados en la región. Se destacan los estudios realizados en Caxambu⁵⁹. Regionalmente resalta el estudio morfo-estructural con enfoque hidrogeológico realizado por Nascimento⁶⁰.

La hidrogeología de Caxambu revela predominio de acuíferos del tipo fracturados, libres y semiconfinados, seguidos de acuíferos intergranulares libres, en parte confinados, distribuidos a lo largo de los principales drenajes aluviales y también recubriendo el substrato rocoso (suelos residuales). Caxambu posee una surgencia de agua mineral carbónica situada en el área central de su sede, en las márgenes del Arroyo Bengo, en el lugar llamado Parque de las Aguas, en la cota media de 882 m de altitud.

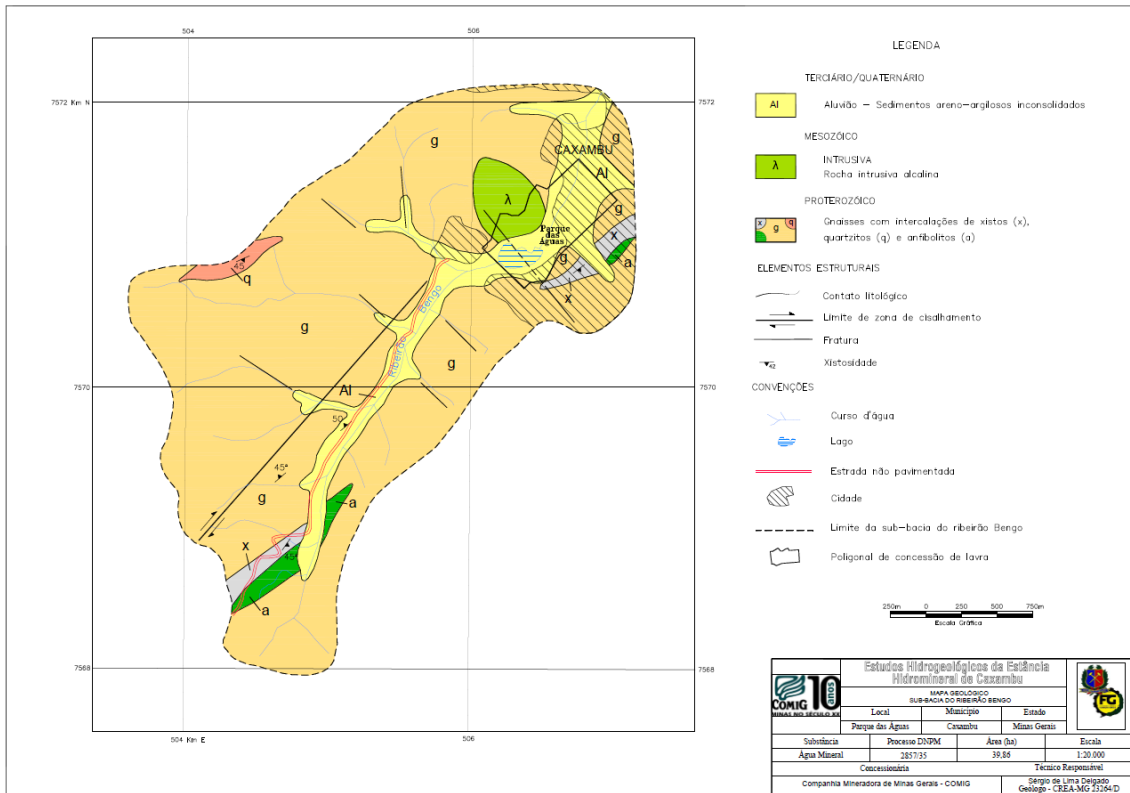
Los sedimentos están constituidos por niveles arcillosos, arcillo-orgánicos y limosos con espesor medio de 10 m. El substrato rocoso está formado por rocas gnéicas cortadas por diques de brechas alcalinas y diques máficos con elevado índice radiométrico, que afloran en la cuesta de la colina. Las principales fracturas se encuentran en las direcciones N-S y N40°-60°W.

Los acuíferos son del tipo fracturados en las rocas gnéicas e intergranulares en los sedimentos aluviales a lo largo del Arroyo Bengo y en el manto de desgaste que recubre el substrato rocoso. Las aguas minerales están asociadas, principalmente, al acuífero fracturado en la roca gnéica (posiblemente milonitizada y rellena por brechas alcalinas), sobrepuesto de sedimentos aluviales de granulometría variada y por una capa de arcilla orgánica con 8 m de espesor.

⁵⁹ Lima JE, Beato DAC, Oliveira FAR. Hidrogeologia de Caxambu. Belo Horizonte: CPRM-COMIG; 1996.

⁶⁰ Nascimento F. Contribuição à hidrogeologia da porção oeste do circuito das águas, sul de Minas Gerais, com o emprego de técnicas de Sensoriamento Remoto (disertación). São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais; 1995.

Recojemos los Mapas 5⁶¹ y 6⁶², geológico e hidrogeológico de Caxambu respectivamente.

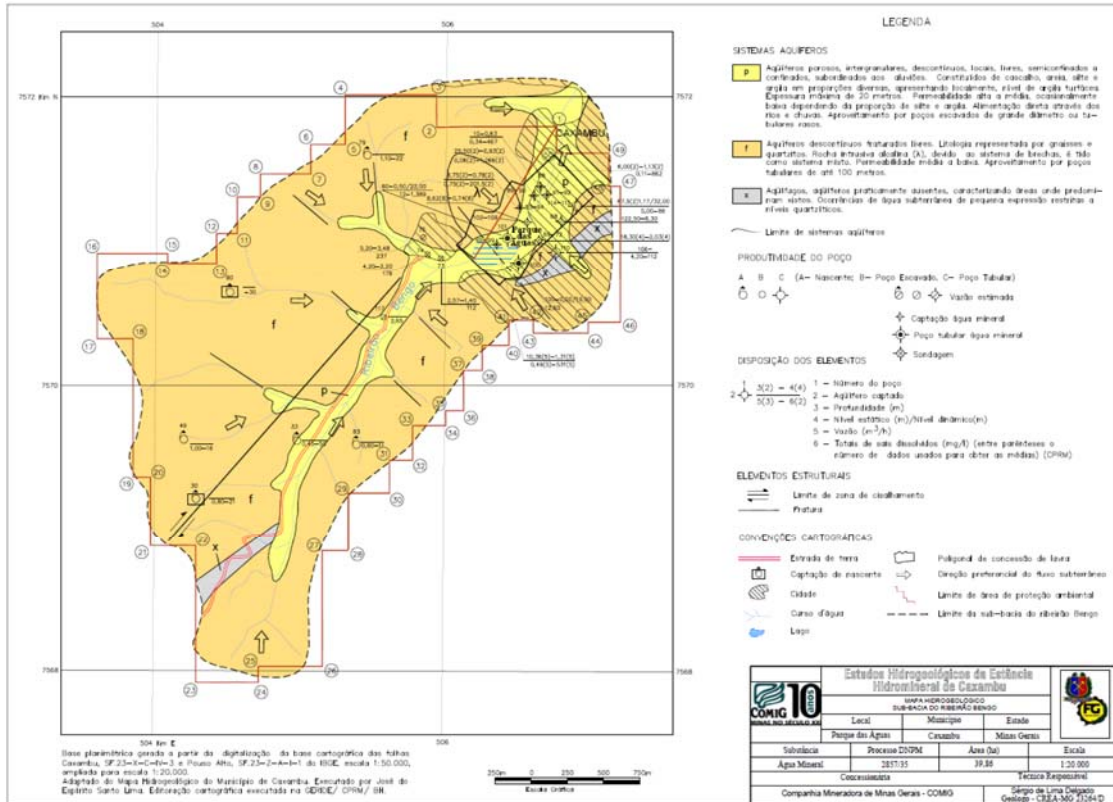


Mapa 5 - Mapa geológico de Caxambu – Sub-cuenca del Río Bengo

Las captaciones se encuentran en los propios templetos, excepto la Fuente Beleza, que es captada por debajo del balneario a una distancia de cerca de 50 m. Las captaciones están relativamente próximas unas de las otras y poseen distintas profundidades y caudales (Tabla 5).

⁶¹ Proceso DNPM n. 2857/35. p. 1146.

⁶² Proceso DNPM n. 2857/35. p. 1145.



Mapa 6 - Mapa hidrogeológico de Caxambu

Manancial	Cota del Pozo (m)	Profundidad (m)	Flujo (l/h) (1995)
Leopoldina	881,90	10,00	312
Duque de Saxe	881,77	6,00	083
Beleza	882,20	45,00	042
D. Isabel	881,80	6,00	116
Conde D'Eu	881,80	6,00	Obstruido
D. Pedro II	882,00	9,00	454
Viotti	882,30	8,50	931
Venâncio	882,40	15,00	872
Mayrink I	883,30	6,80	841
Mayrink II	883,30	6,00	1.514
Mayrink III	883,30	6,00	1.044
Ernest. Guedes	882,80	18,00	332

Tabla - 5 - Profundidad de captación y cota de los pozos.⁶³

⁶³ Secretaria de Estado de Minas e Energia. Estudos Geoambientais das fontes hidrominerais de Águas de Contendas, Cambuquira, Caxambu, Lambari e São Lourenço. op. cit, p. 73.

La mayor parte de las captaciones fueron construidas excavando manualmente el material de cobertura hasta llegar a la roca íntegra, siendo, entonces, revestida de obra de albañilería e instaladas, concéntricamente, las cañerías de menor diámetro para extracción de agua directamente de la roca.

La recarga del acuífero ocurre en los afloramientos del substrato rocoso, alterado o no, y en las áreas de afloramiento de los sedimentos próximos, y aguas arriba de los manantiales. Los niveles piezométricos son poco profundos (de 0,5 a 1,0 m de profundidad), y el nivel de base de drenaje subterráneo es el Arroyo Bengo, que localmente asume un carácter de colector y se encuentra canalizado en el área del Parque.

De manera muy general, las aguas subterráneas locales presentan baja mineralización, compatibles con los tipos litológicos predominantes (xistos, gneis y cuarzos) constituidos por minerales de poca solubilidad.

Por otro lado, las aguas de los manantiales hidrominerales, además de la particularidad de tener anhídrido carbónico disuelto en grandes cantidades, presentan niveles de mineralización variados, como se observa en los análisis químicos de todos los manantiales hidrominerales ubicados en el Parque de Aguas de Caxambu.

Las aguas minerales estudiadas son, en general, bicarbonatadas alcalinas, frías (media de 22,51°C), carbónicas, algunas ferruginosas y/o sulfuradas.

El **residuo seco** varía entre 20,0 y 1.480,0 mg/l, y la conductividad eléctrica entre 41,4 y 2.162,53 mS/cm (25°C), siendo que los valores mayoritarios son encontrados en algunas aguas de Caxambu. El **pH** varía de 4,56 a 6,38, con una mediana de 5,59.

La **dureza total** se extiende de 7,15 mg/l hasta 807,30 mg/l, pero, los valores más elevados se encuentran en algunas aguas de Caxambu y poco en otras regiones del Circuito de las Aguas del sur de Minas Gerais.

El **bicarbonato** alcanza valores próximos de 1.555,50 mg/l y un valor promedio de 344,83 mg/l. Los cloratos y sulfatos ocurren en cantidades relativamente bajas, alcanzando valores máximos de 7,14 y 14,07 mg/l, respectivamente. Calcio, sodio y potasio están presentes en altas cantidades cuando se los relaciona con aguas naturales, alcanzando valores máximos de 295,00, 119,50 y 135 mg/l, y medios de 54, 18, 29,12 y 31,74 mg/l, respectivamente.

Cuanto a los constituyentes menores o trazas, se destacan: hierro total, con media de 2,521 mg/l y máximo de 12,043 mg/l; manganeso, con media de 0,180 mg/l y máximo de 0,704 mg/l; aluminio, en cantidad media de 0,12 mg/l y máximo de 0,37 mg/l; fluoruros, con media de 0,65 mg/l y máximo de 4,19 mg/l; sílice con cantidad media de 19,334 mg/l y máximo de 50,585 mg/l; bario, media de 0,257 mg/l y máximo de 1,000 mg/l. El nitrógeno ocurre principalmente bajo la forma amoniacal y orgánica, con cantidades media de 0,468 y 0,084 mg/l, y máximos de 3,650 y 0,500 mg/l, respectivamente.

Una de las características de las aguas minerales estudiadas en la región es la alta cantidad de **gas carbónico**, próximo a 1.750 cc³/L en **Caxambu**.

La **radiactividad** natural de las aguas determina la cantidad de gas radón (Rn²²²), isótopo del Radio (Ra²²⁶). Las mediciones fueron realizadas directamente en los manantiales, haya visto que la radiactividad disminuye rápidamente cuando el agua deja el punto donde el radón fue añadido. Los mayores valores encontrados en las aguas de Caxambu, llegan a cerca de 141 Bq/L.

En **Caxambu**, fueron analizados los 12 manantiales y un pozo tubular excavado, próximo al Parque de las Aguas. Las aguas minerales son del tipo **bicarbonatadas cálcicas** con cantidades variadas de mineralización de sus principales componentes. Las aguas son frías (entre 23,5 y 25,5°C), a excepción del pozo intermitente (Géiser), que es considerado hipotermal (27°C). La radiactividad en general es baja, a excepción de los manantiales D. Pedro II, Viotti y Mayrink, que presentan calores entre 62,8 y 141 Bq/L, pudiendo ser clasificadas como radiactivas. De manera general los manantiales presentan elevadas cantidades de anhídrido carbónico disueltos (>875,3 cc³/l) y algunos manantiales (D. Isabel, Duque de Saxe, Beleza, Venâncio, Teresa Cristina y el "Géiser") presentaron elevadas cantidades de hierro y manganeso (> 3,76 y > 0,26 mg/l, respectivamente).

La **conductividad eléctrica** es muy variada y refleja la diversidad de las aguas cuanto a la cantidad de iones disueltos y se sitúa entre 130,00 y 2.300,00 mS/cm a 25°C. El residuo seco se encuentra entre 104,00 a 1.509,00 mg/l, la dureza total está entre 45,80 y 820,00 mg/l de CaCO₃ y el pH es ácido a ligeramente ácido (5,2 a 6,4). Predominan los aniones **bicarbonato** con 48,80 a 1.586,00 mg/l y sulfato hasta 10,86 mg/l. Entre los cationes, el **calcio** se destaca con 15,00 a 310,00 mg/l, **sodio** con 7,00 a 123,00 mg/l, potasio entre 9,20 y 142,00 mg/l, y **magnesio** con 2,20 a 42,00 mg/l.

Cuanto a otros elementos, se destaca la presencia de **anhídrido carbónico**, característica peculiar de las aguas minerales de la región, que alcanza valores bastante elevados en todas los manantiales (entre 875,90 y 1.750,00 cc³/l), siendo que los menores valores se encuentran en los manantiales Mayrink (I, II y III). El hierro total llega a 8,8 mg/l (Fuente D. Isabel), y el manganeso a 0,58 mg/l ("Géiser"). El flúor se presenta con valores bastante altos, llegando hasta 5,53 mg/l (Fuente Teresa Cristina); el aluminio, muy frecuente, se revela

con valores de hasta 0,50 mg/l (Fuentes Viotti, Venâncio y Mayrink II); el bario, también frecuente, con valores de hasta 1,000 mg/l ("Géiser"); el nitrógeno fue detectado en todos los manantiales y ocurre principalmente bajo la forma amoniacal y orgánica, alcanzando valores de hasta 0,42 y 0,35 mg/l, respectivamente. La sílice varía entre 9,0 y 31 mg/l, y el fosfato ocurre con valores de hasta 1,30 mg/l de PO₄ (Fuente D. Isabel).

La composición química de las aguas subterráneas resulta de las interacciones de las aguas de infiltración con las rocas por donde circulan, reflejando la calidad de las aguas de infiltración, el tiempo de tránsito y los tipos litológicos que atraviesan.

La composición mineral de las rocas acuíferas es uno de los principales factores responsables de las características químicas que se encuentran en las aguas minerales. Basado en estudios geológicos y en datos de perfiles geológico-constructivos de los pozos (Caxambu, São Lourenço y Aguas de Contendas) se trata de rocas gnéissicas graníticas, fracturadas localmente, milotinizadas, posiblemente rellenas por brechas alcalinas, y considerablemente alteradas químicamente. El substrato rocoso se encuentra recubierto por sedimentos cenozoicos de composición areno-limoso-arcillosa con niveles muy ricos en materia orgánica.

Las brechas alcalinas se encuentran en diferentes localidades de la región S-SE del estado de Minas Gerais, bajo la forma de diques, especialmente en Passa Quatro, ciudad ubicada a 30 km al sudeste del área en estudio, basado en estudios parciales desarrollados por Penalva y Ribeiro Filho⁶⁴. Son rocas de origen eruptivo, probablemente en conductos volcánicos próximo a la superficie, de edad Terciaria (Paleoceno). Están constituidas por fragmentos de grandes cristales de

⁶⁴ Penalva F, Ribeiro Filho E. Geologia e Petrologia dos Maciços Alcalinos de Itatiaia e Passa-Quatro. Boletim de Geologia da Universidade de São Paulo 1967; 302: 302-22.

ortoclasa y anortoclasa y rocas alcalinas de colores variables entre el gris claro, gris oscuro, castaño-rojizo o castaño.

La matriz de las brechas está compuesta de masa feldespática, añadida de porcentajes variables de clorita, magnetita, calcita, siderita, apatita, biotita y sericita.

El levantamiento geológico identificó la presencia de brechas alcalinas en Caxambu, próximo a los manantiales y en algunas surgencias, bajo la forma de venas, en el área del municipio. Dichas surgencias se encuentran bastante alteradas por la acción hidromineral, lo que dificulta su caracterización mineralógica original.

Cuando se comparan las aguas de diversas estancias hidrominerales de la región, se observan diferencias en las relaciones entre los elementos alcalinos. Eso sugiere pequeñas diferencias en las composiciones mineralógicas de las rocas de los acuíferos, sin indicar diversidades litológicas importantes. Se observa el predominio en todas las aguas, del calcio sobre el magnesio, del sodio sobre el potasio y alternancias de predominio entre sodio y calcio, según el Diagrama de Piper y Scholler para las aguas minerales y naturales de Caxambu (Figura 3).

Los feldespatos alcalinos presentes en los gneis de composición granítica (o también en las brechas alcalinas y venas pegmatóides), milonitizados y/o fracturados, formando agregados de cristales submicroscópicos, tal vez sean la principal fuente de **sodio, potasio, calcio y magnesio** presentes en las aguas minerales. El sodio y calcio también pueden tener su origen en la disolución del mineral hornablenda, presente en anfibolitas encontradas diseminadas por el área bajo formas lenticulares dentro de los gneis.

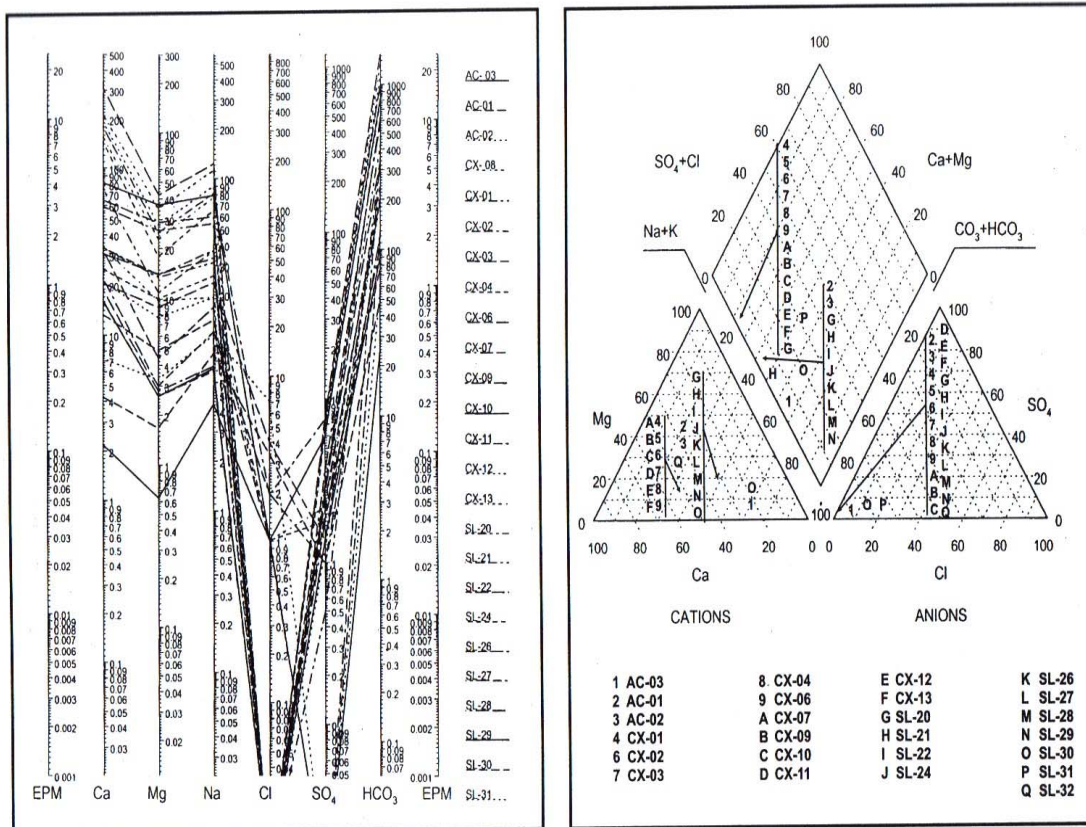


Figura 3 - Diagrama de Piper y Scholler – Aguas minerales de Caxambu⁶⁵

Estos elementos se encuentran en cantidades anormales en relación a las aguas subterráneas normales, lo que las diferencia de las aguas minerales del sur de Minas Gerais, a parte sus características carbónicas y ferruginosas. Ciertamente la forma de aparecer los minerales (posiblemente en forma micro cristalina) en una zona permeable por tectonismo favorezca la disolución iónica.

El **bicarbonato** es originario de la disolución de carbonatos existentes en las rocas acuíferas por las aguas que se infiltran enriquecidas con

⁶⁵ Secretaria de Estado de Minas e Energia. Estudos Geoambientais das fontes hidrominerais de Águas de Contendas, Cambuquira, Caxambu, Lambari e São Lourenço, op. cit., p. 100.

ácido carbónico, ácidos húmicos y fúlvicos presentes en el suelo. El predominio del bicarbonato sobre otros aniones (cloruro y sulfato) indica que el agua no es de circulación regional con largo tiempo de residencia, pues, de manera genérica, la evolución normal de un agua de circulación regional es que los siguientes iones predominen: HCO_3^- , $\text{SO}_4^{=}$, Cl^{-66} .

El origen del **hierro** en las aguas se relaciona con la presencia de sedimentos arcillo-limosos ricos en materia orgánica justamente donde surgen los manantiales hidrominerales. Este ambiente químicamente reductor posibilita la solubilidad de este metal.

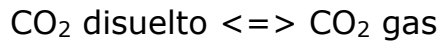
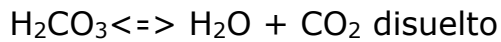
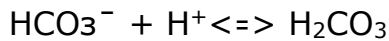
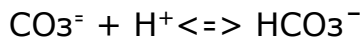
Los **pH** ácidos también son consecuencia de la descomposición de la materia orgánica vegetal presente en los sedimentos aluviales, que generarían ácidos húmicos y fúlvicos, los cuales, a su vez, en solución, rebajarían el pH.

Según Catalán⁶⁷, las principales fuentes de **anhídrido carbónico** (CO_2) en un medio acuoso son las siguientes: 1º- las aguas de las lluvias que disuelven el CO_2 atmosférico; 2º- los carbonatos de las rocas que se disuelven por la acción de los ácidos del suelo; 3º- la descomposición anaeróbica de los hidratos de carbono; y 4º- la respiración de los microorganismos.

Posiblemente el CO_2 existente en las aguas locales resulte de la solución bicarbonatada concentrada durante el proceso de disolución de los carbonatos existentes en las rocas. Esta disolución, en contacto con un ambiente ácido y químicamente reductor, resultante de la descomposición de la materia orgánica vegetal, favorecería el predominio del CO_2 , según las siguientes reacciones:

⁶⁶ Custodio E, Llamas M. Hidrología Subterránea. Barcelona: Ed. Omega; 1983.

⁶⁷ Catalán LJ. Química del agua. Madrid: Ed. Blume; 1969.



El equilibrio del CO_2 disuelto se mantiene a través del medio químicamente ácido ($\text{pH} < 7$), donde surgen los manantiales. La respiración de los microorganismos existentes en los sedimentos también puede contribuir con pequeñas cantidades de anhídrido carbónico para las aguas.

El **fluoruro** suele tener su origen en la disolución de la fluorita y apatito, minerales comunes en las brechas alcalinas⁶⁸ y en rocas gnéisicas.

El fluoruro también puede tener origen en el mineral turmalina, frecuentemente encontrado en los gneises locales y en las hornblendas de los anfíboles.

La **temperatura** de las aguas (media de $22,3^\circ\text{C}$) puede ser considerada como bastante próxima a las temperaturas medias ambientales ($20,7^\circ\text{C}$). Esta pequeña diferencia puede estar asociada al grado geotérmico relacionado con la profundidad de percolación de las aguas (1°C para cada 30 m de profundidad).

La utilización de agua subterránea está poco difundida en virtud de la disponibilidad hídrica superficial, que, hasta entonces, se muestra económicamente más ventajosa. En consecuencia, la región no posee una cantidad expresiva de pozos tubulares profundos, que proporcionarían interpretaciones importantes sobre los acuíferos presentes. Las industrias y las poblaciones de los centros urbanos son

⁶⁸ Penalva F, Ribeiro Filho E, op. cit.

abastecidas por captaciones superficiales, y las poblaciones rurales, abastecidas por captaciones de pequeñas nacientes o por pozos excavados de poca profundidad. Solamente algunas industrias, propiedades rurales y algunos hoteles poseen pozos tubulares profundos para abastecimiento propio.

VI.C. ENCUADRE HISTORICO

Caxambu.

“Uma lenda envolve a descoberta da primeira fonte.

Contam velhos moradores do município que uns campeiros da fazenda das Palmeiras, de D. Luiza Francisca de Sampaio, em procura de animaes fugidos, penetraram n’um tremedal coberto de matta virgem, no sopé do morro Caxambú, e ahi saciaram a sêde em uma fonte, cuja água fervia no lamaçal; o ruido que causava a effervescencia da agua e o gosto della impressionaram-n’os”.⁶⁹

[“Un cuento envuelve el descubrimiento del primer manantial.

Relatan los antiguos lugareños del ayuntamiento que unos obreros de la hacienda de las Palmeiras, de Doña Luiza Francisca de Sampaio, cuando buscaban animales huido, penetraron en un tremedal cubierto de selva virgen, en la cuesta de la colina de Caxambú, y allí saciaron su sed en un manantial, cuya agua hervia en el medio del barro; el

⁶⁹ Monat H, op. cit.

ruido que causaba la efervescencia y el sabor de la misma les impresionaron.”]

Así comienza la historia de la ciudad de Caxambu, Estancia Hidromineral ubicada en el sur del Estado de Minas Gerais – Brasil, primer nombre utilizado para designar el lugar llamado *Cachambum* y con fecha de 1711.

Los primeros conquistadores que llegaron a la región designaban con el nombre de Caxambu una montaña determinada, cuya característica – un cono truncado – constituía un punto fácil de referencia. Son varias las versiones para designar el origen del topónimo.

Según algunos autores⁷⁰⁻⁷¹, la designación de Caxambu tendría raíces africanas y derivaría de la unión de los vocablos *catcha* (tambor) y *mumbu* (música). Para otros estudiosos, el nombre se habría originado de *caa* (pasto), *xa* (ver), *umbu* (riachuelo), que quiere decir *pasto desde donde se ve el riachuelo*.

Caxambu nace en el comienzo del siglo XX. Se emancipa de Baependi en 1915. A partir de allí se vuelve uno de los principales puntos turísticos de Minas Gerais junto con las demás ciudades del Circuito de las Aguas. Recibe visitantes influyentes como el jurista y político Ruy Barbosa, que declaró: *“Caxambu es un jardín de floración deslumbrante”*. El Municipio difundió por todo el mundo la fama milagrosa de sus manantiales.

Por otra parte, a Caxambu igual que otras estaciones termales, como Campanha, Lambari, São Lourenço, Poços de Caldas, etc que integraban el Circuito de las Aguas del sur del Estado de Minas Gerais quedó afectada negativamente por medidas federales como en 1947,

⁷⁰ Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais. Processo No. 108 de Tombamento do Conjunto Paisagístico e Arquitetônico do Parque das Águas de Caxambu. Informe final. Belo Horizonte: IEPHA-MG, op. cit.

⁷¹ Maciel YR. Caxambu, turismo além das águas minerais. Potencialidades e entraves, op. cit.

el Decreto del Presidente Eurico Gaspar Dutra, que ordenaba la clausura de los casinos del país, cuyos usuarios frecuentaban los establecimientos termales. Este Decreto repercutió también en la economía de estos municipios, así como en la continuidad de la actividad termal, sus investigaciones académicas y divulgación, pues dependían de la financiación facilitada por el dinero de los casinos.

Al mismo tiempo a estos hechos, las dos últimas Cátedras de Crenología y Crenoterapia, respectivamente en la Escuela Nacional de Medicina (actual Universidad Federal do Rio de Janeiro) y en la Universidad Federal de Minas Gerais, en 1947 y 1948, cancelaban la enseñanza de Crenología, Crenoterapia y Climatología⁷²⁻⁷³⁻⁷⁴.

Desde la década del 50 hasta el comienzo de los años 70 hubo un período de paralización de las investigaciones con aguas medicinales, falta de inversión en los Balnearios, sobrepuesta de los medicamentos alopáticos a los tratamientos termales y disminución de la frecuencia de aguistas a los centros termales.

Desde 1956, comienzo de las actividades de la planta embotelladora de agua mineral, ubicada en el interior del Parque, el *Agua Mineral Caxambu* obedece a los más rigurosos criterios de captación, evasado y distribución. Actualmente es comercializada como *Agua Gourmet*.

El resurgimiento del termalismo en el Brasil, en 1974, tuvo la participación efectiva de la Sociedad Brasileña de Termalismo (SBT), cuyo idealismo partió del ilustre Ingeniero Civil José Peccinini Petri. Sin embargo, el idealismo de pocos soñadores no fue suficiente para el resurgimiento de la Crenología y Crenoterapia en el Brasil.

⁷² Simões R. Análise do Desenvolvimento do Termalismo no Brasil. En: Untura M, Frangipani A, Mourão F, Simões R, Alvisi C. Termalismo no Brasil. Minas Gerais: SELT.SBT. 1989, 5-18.

⁷³ Untura M, Frangipani A, Mourão F, Simões R, Alvisi C. Termalismo no Brasil. Minas Gerais: SELT.SBT. 1989, 112 pp

⁷⁴ Untura M. La Historia del Termalismo en Brasil. Anal Hidrol Med, 2010, vol. 3, 35-45.

Fue necesaria la intervención de Órganos Federales, como por ejemplo el Ministerio de Minas y Energía, Departamento Nacional de Producción Mineral – DNPM –, Ministerio de la Salud y la Comisión Permanente de Crenología, entre otras, para que el agua mineral resurgiese. La revisión del proceso que legisla sobre envasado de agua mineral y de actividad termal en los balnearios ocurrió en septiembre de 2010 a través del Decreto 374 del Departamento Nacional de Producción Mineral.

El Decreto Estadual nº 40.288, homologado en 01/3/1999, declara bien de interés cultural, histórico y arquitectónico del Conjunto Paisagístico y Arquitectónico del Parque de Aguas de Caxambu, en la categoría Conjunto Paisagístico – Siglo XX⁷⁵.

Este Decreto determina que el Parque de Aguas Dr. Lyzandro Guimarães no podrá ser descaracterizado, incluyendo su bosque, la Colina de Caxambu y la Plaza 16 de septiembre. Toda y cualquier intervención física deberá ser notificada al IEPHA – Instituto Estadual del Patrimônio Histórico y Artístico.

El conjunto paisagístico en cuestión está ubicado en el núcleo histórico central de la ciudad que determina el inicio de su formación como localidad habitable. La existencia de un área de protección posibilita la preservación de conjuntos y elementos urbanos importantes para el entendimiento del bien cultural de interés cultural, histórico y arquitectónico (Fotos 5 y 6).

Para se proceder al referido proyecto, fue necesario un plan director que determinase las directrices futuras, estableciendo límites geográficos de preservación en virtud de su valor cultural y histórico.

⁷⁵ Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais. Processo No. 108 de Tombamento do Conjunto Paisagístico e Arquitetônico do Parque das Águas de Caxambu. Informe final. Belo Horizonte: IEPHA-MG, op. cit.



Foto 5 - Parque de Aguas - Ubicación de los manantiales y edificios (Google Earth - 15/05/2012)

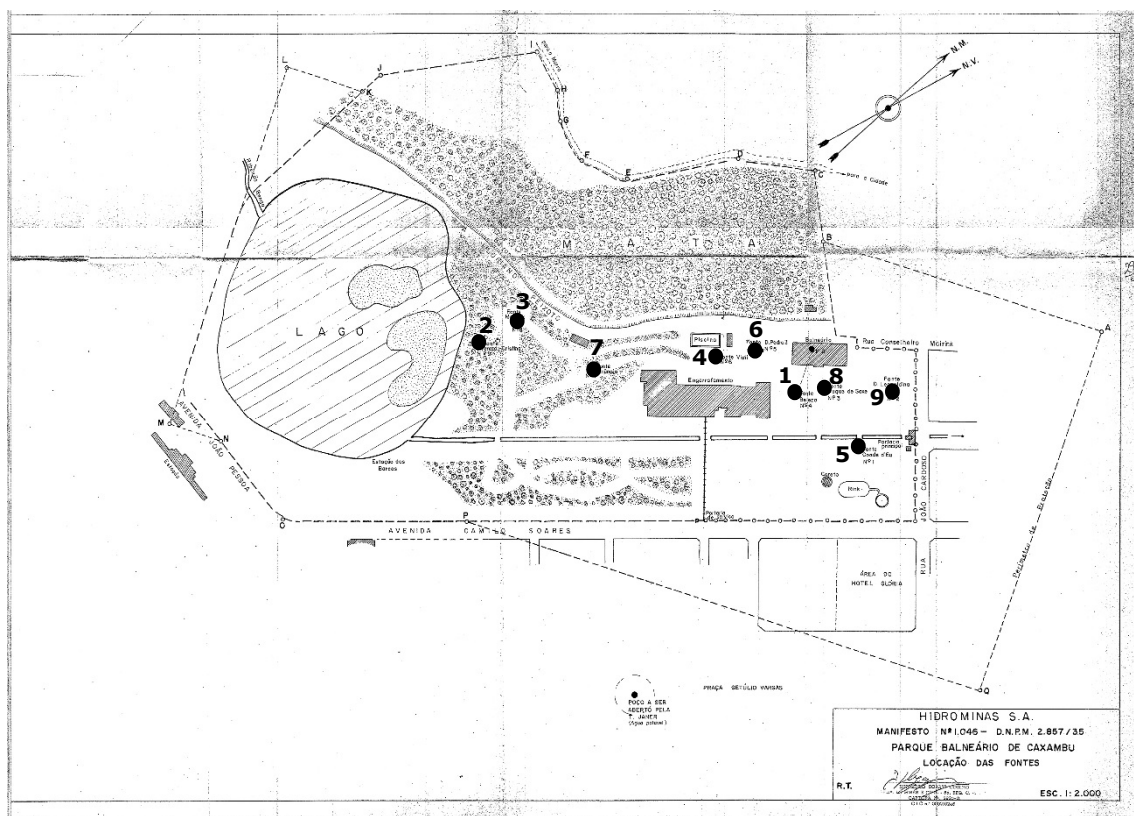


Foto 6 - Parque de Aguas – Ubicación de los manantiales (Google Earth - 15/05/2012)

1	Piscina con agua mineral
2	Canchas de tenis, vóley y bochas
3	Entrada del Parque de Aguas
4	Fuente Leopoldina
5	Fuente Duque de Saxe
6	Fuente Princesa Isabel y Conde D'Eu
7	Fuente Beleza
8	Balneario
9	Fuente Don Pedro
10	Boutiques
11	Fuente Viotti
12	Planta de envasado de agua mineral
13	Fuente Venancio
14	Geiser
15	Fuentes Mayrink 1, 2 y 3
16	Fuente Ernestina Guedes

(Leyendas de las Fotos nº 5 y 6)

El Plano 1 determina el plan de intervención y las principales directrices para la implementación del PET-108, aprobado por el Consejo Curador del IEPHA-MG (Decreto nº 40.288, publicado en 1º de marzo de 1999, en el Diario Oficial del Estado de Minas Gerais), incluyendo la vegetación alrededor de las fuentes, cortes de árboles enfermas, características originales de la arquitectura de los quiosques que albergan las fuentes, incluyendo sus colores naturales, etc. El plan original lleva el sello del IEPHA-MG.



(Leyenda: 1. F. Beleza; 4. F. Viotti; 6. F. Don Pedro; 7. F. Venâncio; 8. F. Duque de Saxe; 9. F. Doña Leopoldina)

Plano1 – Plano de manifiesto – Parque de Aguas de Caxambu⁷⁶

La decisión de declarar Bien de Interés Cultural, histórico y arquitectónico el Parque de Aguas de Caxambu incluye también las obras de arte (esculturas en argamasa) de un personaje que dejó su contribución a la identidad visual del Conjunto, el escultor Chico Cascateiro:

“Era el português Francisco da Silva Reis, ‘Chico Cascateiro’, que llegó a Brasil clandestinamente, después de realizar, en compañía de otros artistas, innumerables trabajos en su país de origen. Cuando pasó por el sur de Minas Gerais ya había ejecutado importantes obras en

⁷⁶ Hidrominas S.A. Manifesto n. 1046, DNPM 2857/35. Parque Balneário de Caxambu; locação das fontes (escala 1:2.000). (Ver Anexo VI)

palacios de la ciudad de Río de Janeiro, como templetes, atalayas, puentes y grutas con bellas estalactitas y estalagmitas.

De estatura mediana, delgado, tez clara pero ya quemada por el sol de la montaña, llevando muchas veces pantalón de algodón, chaqueta y sombrero de fieltro con alas caídas, ese sencillo pero incansable operario consiguió erigir, en un entorno adverso a su origen y lejos de su familia, una obra extensa y singular. Constructores que lo conocieron, recuerdan con admiración, su maestría en formular apariencias y su costumbre, a veces incomprendida, de estar muchas horas en el bosque, en busca de inspiración.

Para Joaquim Antonio, un anciano lugareño que lo ayudó en la construcción del Parque de las Aguas, de Caxambu, 'él era un admirador de la naturaleza'. Según Juca Arthur, otro lugareño, 'el artista ya era un anciano cuando trabajó en Cristina', y le parecía, por su manera juvenil de verlo, que 'Chico Cascadeiro' tenía un 'rostro cadavérico'.

En una fotografía de 1921, en la ciudad de Carmo de Minas, en frente del manantial de la plaza pública, Francisco da Silva Reis sostiene un balde con cemento mientras deja la mano izquierda en el bolsillo del pantalón buscando una postura más valiosa. Ni en ese momento no se deshizo de su instrumento de trabajo y, humilde como cualquier obrero del siglo XX, se entregó inocentemente al obturador de la cámara fotográfica. Verlo con ropas de trabajo, pantalones manchados, nos hace comprender el motivo que lo lleva a olvidarse de sí mismo. En una sociedad donde el brillo de las palabras, el brillo de los anillos y el brillo negro del café eran las linternas de la vida social, para un

itinerante constructor de cascadas quedaría una simple consagración.

Francisco da Silva Reis era un trabajador pertinaz, empezaba a trabajar muy temprano y dejaba sus herramientas cuando anochecía. Como la mayoría de sus obras era construida en locales abiertos, sacaba provecho de las condiciones climáticas, evaluando la cantidad de argamasa preparada para los modelados. Sus piezas no podrían culminarse en los cambios bruscos de tiempo. En caso de lluvia (principalmente en los meses de febrero y marzo) no las podría reutilizar. Por tanto, era imprescindible que hubiera agilidad en la construcción, sacando más ventajas de los días con sol. Declaraciones recogidas durante las investigaciones confirman que el artista 'iba haciendo su obra a medida que el día transcurría'.

Trabajando en el sur de Minas Gerais, lejos de la tutela de los paisajistas anclados en la administración pública de las capitales, el artista tuvo la libertad suficiente para crear escenarios naturales interaccionados con las formas modernas, dejando su firma en las principales piezas de su colección. En Caxambu, en el Parque de las Aguas, gravó su nombre en la totalidad de las obras y abajo del nombre imprimió la fecha en que concluyó los trabajos en la ciudad. En Carmo de Minas e Itajubá, firmó F. S. Reis, abreviando el nombre. Maestro de las formas asimétricas y del movimiento, preguntémos lo que tendría llevado al artista a utilizar letra de imprenta entre dos líneas simulando pautas. Acostumbrado con el complejo lenguaje de la naturaleza, donde líneas curvas nutren y trocean los

espacios, ¿cual es el motivo de letra de imprenta en una caligrafía forzada, donde el riesgo de las pautas es evidente? El deseo ingenuo de simular la hoja de un cuaderno ¿sería la sumisión al inequívoco prestigio que la sociedad legó a la escritura sobre los otros registros encontrados en la naturaleza? Así su firma es el único trazado regular y simétrico en el mundo de las formas contorsionadas.

Sus obras se identifican también por algunos símbolos dispuestos discretamente en sus modelados: rosas, pequeños ramos con tres hojas lanceoladas y agallas comunes en los arboles. Las firmas traducían la conciencia de 'Chico Cascadeiro' surgiendo de un arte anónimo y transformándolo en un vigorizante recamado de formas vegetales.

No obstante, las bellezas que ilustraban los espacios públicos y la intimidad de los jardines conocieron, en el transcurso del tiempo el abandono. Fue tan implacable e irreversible la depuración de esa arte y de los artistas que se dedicaban a la construcción de la imitación de la naturaleza, que el registro de la profesión de 'Chico Cascadeiro' fue suprimido de los diccionarios modernos. En 1939, el Nuevo Diccionario de la Lengua Portuguesa, coordinado por Laudelino Freire, no registra el vocablo 'cascadeiro' y los diccionarios recientes presentan 'cascadeiro' (cascata +eiro) como 'aquel que dice o escribe mentiras', esto es, el que miente o mantiene 'retórica, sin hechos, y en general prolongada'.

Las informaciones sobre su paradero se vuelven imprecisas a partir de su embarque en los vagones de la Rede Sul Mineira para otras localidades.

A los amigos y patricios que dejaba, solo quedaban los recuerdos del trabajador que contribuyó para la inserción de muchas ciudades en el encanto de la 'belle époque', iluminando con argamasa los trajes y alimentando la imaginación de los niños con el engrandecimiento de las cascadas naturales.

A partir de 1940, esa escuela de paisajismo, que floreció en Europa durante el siglo XIX estaba sepultada junto con sus principales maestros de obras."⁷⁷

Fotos 7 a 11. Obras del autor distribuidas en interior del Parque de Aguas de Caxambu:



Foto 7 - Escultura de Chico Cascadeiro (Acervo Artur Ianini)

⁷⁷ Gorgone E. Jardins Esquecidos - A Arte em argamassa nas obras de Francisco da Silva Reis. Caxambu: En inprenta 2004



Foto 8 - Escultura de Chico Cascateiro (Acervo Artur Ianini)



Foto 9 - Escultura de Chico Cascateiro (Acervo Artur Ianini)



Foto 10 - Escultura de Chico Cascateiro (Acervo del autor)



Foto 11 - Escultura de Chico Cascateiro (Acervo del autor)

De esta manera, la cronología histórica de Caxambu sigue el siguiente ordenamiento⁷⁸:

- 1674- Lourenço Castanho Taques – 1er. descubridor de la región – avista la “Colina de Cuchumbu”.
- 1706- El maestro de campo Carlos Pedroso Silveira obtiene una parcela de tierra en el lugar donde surgiría la “Estancia Caxambu”.
- 1711- João Batista de Carvalho obtiene una parcela de tierra en Cachumbu, así como Sebastião Fernandes Correia también obtiene una parcela de tierra, pero, por detrás de la colina llamada Cuchumbu (actual colina de Caxambu).
- 1747- Estácio da Silva, habitante de la Estancia Caxambu, pide autorización para construir una capilla en su parcela de tierra y obtiene ingresos en 1748.
- 1759- Caxambu se convierte en pueblo del distrito de Baependi, de acuerdo con el libro de óbitos de aquel municipio.
- 1762 (o 1772)- Fecha citada en el Libro de Baependi, de José Alberto Pelucio, como la descubrimiento de los manantiales, según recuerdos de Teixeira Leal, en 1842.
- 1814- Surgen las primeras noticias sobre el descubrimiento de los manantiales de aguas medicinales.
- 1844- Feliciano Germano de Oliveira Mafra desbroza el bosque, encuentra 3 manntiales y así empieza a formarse una población local en donde se ubica hoy la ciudad.

⁷⁸ Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais, op. cit.

- 1849- Se confirma la cura clínica del Vicario de la Parroquia de Barbacena, cuya repercusión se dio en toda la provincia. A partir de ahí, innumerables personalidades y celebridades conocidas en esta época visitan Caxambu para tratamiento de diferentes molestias. Así empieza la fama de Caxambu como estancia hidromineral de cura.
- 1852- João Constantino, Teixeira Leal y José Nogueira se asocian para explotar las aguas. Fue considerada la primera empresa para explotación de aguas, pero solamente en 1886 se organizó la Compañía de Aguas Minerales de Caxambu.
- 1861- Fueron expropiados los manantiales del Valle de Caxambu.
- 1863- Se construyó un rancho con tejas para los boyeros/ganaderos, y una edificación hecha de piedra y cal, cubierta con tejas, para recibir los enfermos.
- 1864- João Constantino construye una casa de baños sobre los manantiales que surgían en el lugar ocupado, actualmente, por la Fuente Don Pedro.
- 1868- Son aprobadas las propuestas de conclusión de las obras del establecimiento balneario.
- 1868- Llega a Caxambu la Princesa Isabel y su esposo el Conde D'Eu, atraídos por la fama de las aguas medicinales. Buscaban la cura para la esterilidad de la Princesa.
- 1869- Fue redactado el oficio al Ayuntamiento de Baependi, para que el municipio se responsabilizara por la conservación de los manantiales y del balneario.
- 1870- Se realiza el primer trabajo de captación de los manantiales, cuyo informe final se dio en 1874.

- 1873- Se construye la ruta "zig zag", que llevaría a lo alto de la Colina Caxambu.
- 1875- Se crea, en noviembre de este año, el distrito de "Aguas de Caxambu", a través de la Ley Provincial nº 2175.
- 1875- Los derechos de explotación de las aguas minerales se abren a la iniciativa privada.
- 1879- Se publica el Acto de Inauguración del "Establecimiento Balneario de las Aguas de Caxambu", realizado en el Ayuntamiento de Baependi, en 11 de agosto.
- 1881- La población de Caxambu era de 200 habitantes y ya había 130 casas.
- 1883- La concesión para explotación de las aguas minerales se concede al Dr. Saturnino Simplicio de Sales Veida.
- 1886- Se organiza la Compañía de Aguas Minerales de Caxambu y Contendas bajo la presidencia del Barón de Maciel. Entre 1886 y 1890 se realizaron las siguientes obras locales:
- a- Captación de los manantiales.
 - b- Edificación de los chalets.
 - c- Construcción del balneario.
 - d- Rectificación del Arroyo Bengo en un trayecto de 2 km.
 - e- Paisajismo y plantado de arboles en el Parque. Se construyem las rejas de hierro que delimitaron el territorio del Parque.
 - f- Implantación del envasado y el proceso de gasificación, con gas del propio manantial.
- 1891- Se implantan los ferrocarriles, en 15 de marzo.

- 1894- Se funda la Pedanía (Freguesia) de Nossa Senhora dos Remédios.
- 1896- Se inaugura la iluminación pública mediante queroseno.
- 1897- Se inaugura, en 19 de noviembre, la Iglesia de Santa Isabel de Hungría.
- 1901- Se crea la Villa de Caxambu, desmembrada del Ayuntamiento de Baependi.
- 1902- Se funda el Ayuntamiento de Caxambu, en 2 de enero de 1902.
- 1902- El Ayuntamiento consigue la iluminación eléctrica y por gas acetileno.
- 1903- Las aguas minerales envasadas de Caxambu son premiadas con la medalla de Oro en la exposición Internacional Victorio Emanuele, en Roma.
- 1904- El Gobierno del Estado de Minas Gerais expropia la Empresa de Aguas Minerales de Caxambu y todas las estancias hidrotermales pasan a ser gobernadas a través de un régimen especial de ayuntamientos, aprobado por ley estatal.
- 1904- Una epidemia de viruela infecta toda la población de Caxambu.
- 1905- Se organiza una nueva empresa concesionaria, cuyos directores fueron João Martins da Silva, José Gomes Guimarães. Octavio Guimarães y Luiz Guimarães.
- 1905- Se nombra el primer intendente del Ayuntamiento, Dr. Américo de Macedo.
- 1906- Llega al Ayuntamiento el primer Vicario, José João de Deus. La parroquia se inauguró en 1º de enero de 1906.

- 1908- Se soluciona el problema del agua potable de la ciudad a través de la compra, por el gobierno estatal, de la Chacra del Jacaré, donde había un manantial que iría abastecer la ciudad hasta 1937.
- 1910- Se inicia la apertura de calles, canalización de arroyos y pavimentación de calles ya existentes.
- 1910- Se implanta el primer laboratorio de análisis químicas de aguas, bajo la responsabilidad técnica del Dr. Cadaval.
- 1912- Este año se encuentra grabado en los vidrieras del balneario y en algunos proyectos de los pabellones (quiosques) de los manantiales.
- 1915- El municipio es elevado a la categoría de ciudad.
- 1929- Se realizan 2 congresos de termalismo.
- 1938- Se termina la edificación de la piscina de agua mineral del Parque de Aguas de Caxambu.
- 1945- Se prohíbe el funcionamiento de los casinos en la ciudad (Decreto Presidencial del General Eurico Gaspar Dutra).
- 1948- Se implanta, en noviembre, la Comarca de Caxambu.
- 1949- Se desmantela la torre meteorológica. Su reloj es trasladado al edificio del balneario.
- 1956- Se completa la mecanización total del proceso de envasado de las aguas minerales.
- 1968- Se publica el libro del Dr. Polycarpo Rodrigues Viotti, titulado *"Aguas alcalino-gasosas do sul de Minas Gerais. Seus efeitos fisiológicos e terapeuticos"*.

- 1981- Se privatiza la comercialización de las aguas minerales envasadas de Caxambu.
- 1988- El gobierno del estado de Minas Gerais dona la Colina de Caxambu al Ayuntamiento, en agosto.
- 1997- Se propone la declaración del bien de interés cultural (tumbamiento provisorio) del Conjunto Paisajístico y Arquitectónico del Parque de Aguas de Caxambu, realizado por el Instituto del Patrimonio Histórico y Artístico de Minas Gerais – IEPHA- MG.
- 1998- Aprobada por el Consejo Curador del IEPHA-MG la declaración del bien de interés cultural del Conjunto Paisajístico y Arquitectónico del Parque de Aguas de Caxambu.
- 2010- Se inaugura el nuevo balneario de Caxambu.

VI.D.ANALISIS QUIMICOS ANTERIORES

VI.D.1. SIGLO XIX

La exposición de los datos de los diferentes manantiales de agua mineromedicinal del Parque de Aguas de Caxambu nos permite afirmar que esta Estancia Hidromineral presenta recursos minerales diferenciados para uso crenoterápico, catalogada como una de las más ricas del Brasil.

De acuerdo con la verificación de la temperatura de los manantiales antes y después de las captaciones realizadas por la Comisión del Império de Brasil y por Monat H., en el período de 1873 a 1894, se verificó que no hubo grandes modificaciones, según los realizadores de las afericiones de temperatura. (Tabla 6)

FONTES	ANALYSE DA COMISSÃO DE 1873 (Antes das captações)		ANALYSE DA COMISSÃO DE 1892 (Depois das captações)		ANALYSE DO AUTOR			
	Temp. das fontes	Temp. do ambiente	Temp. das fontes	Temp. do ambiente	1893 19 de Abril, 2 h. (tarde)		1894 27 de Abril, 2 h. 30 m. (tarde)	
					Temp. das fontes	Temp. do ambiente	Temp. das fontes	Temp. do ambiente
D. Pedro.....	23°	24°	23°	20°,5 e 15°	22°		22°,5	
Viotti.....	24°,7	.....	24°,7	19°,5 e 19°	21°		21°,5	
D. Thereza.....	23°	24°						
D. Izabel.....	23°	24°	22°	20°,5 e 14°	23°	18° cent.	24°	19° cent.
Conde d'Eu.....	22°	24°	22°					
D. Leopoldina.....	22°	25°	23°	20°,5 e 14°	23°		23°	
Duque de Saxe....	21°	26°	.....	.....	23°		23°,5	
Intermittente.....	20°,7	.....	20°,7	20°,5 e 19°	21°		21°	
Mayrink.....	.....	.....	.....	.....	22°			

Tabla 6- Temperatura manantiales Caxambu- Período 1873 - 1894⁷⁹.

VI.D.2. SIGLO XX

Con respecto a la composición fisicoquímica de las aguas de Caxambu, en el año 1931 el Prof. Dr. Renato Souza Lopes⁸⁰, docente de la Facultad de Medicina de Río de Janeiro, ya publicaba en su libro *Aguas Mineraes do Brasil* las características de las principales manantiales del Parque de Aguas de Caxambu y otras estancias hidrominerales del sur del estado de Minas Gerais, sus indicaciones, contraindicaciones, metodología de uso, principalmente en bebida.

Precisamente, en el prefacio del capítulo sobre Caxambu, de su libro (Figura 4), el Profesor Souza Lopes cuestiona la veracidad de la presencia de azufre en la Fuente Duque de Saxe e Intermittente (actual Ernestina Guedes), y de Magnesio en la Fuente Leopoldina, atribuyendo estas dos características (inverídicas, según el autor) a un

⁷⁹ Monat H, op. cit.

⁸⁰ Lopes RS. *Aguas Mineraes do Brasil, Composição, Valor e Indicações Terapêuticas*. Rio de Janeiro: Livraria Francisco Alves; 1931.

error de clasificación de las aguas en la época de concesión del parque por parte de la *Empresa de Aguas Minerais de Caxambu*.

En cuanto al ácido sulfídrico que se desprendería de las Fuentes Intermitente y Duque de Saxe, su cantidad infima e insuficiente, según el autor, sería responsable del olor característico en el manantial y en el acto de la colecta, pero no en cantidades suficientes para ejercer alguna actividad terapéutica.

Con respecto al magnesio y la acción laxante del agua de la Fuente Leopoldina, el Prof. Souza Lopes aclara que, quizá, el efecto diarréico se debiera a la cantidad de carbónico en el agua y también al volumen mecánico del agua ingerido, pero no atribuido a la cantidad mínima de magnesio en el agua de este manantial.

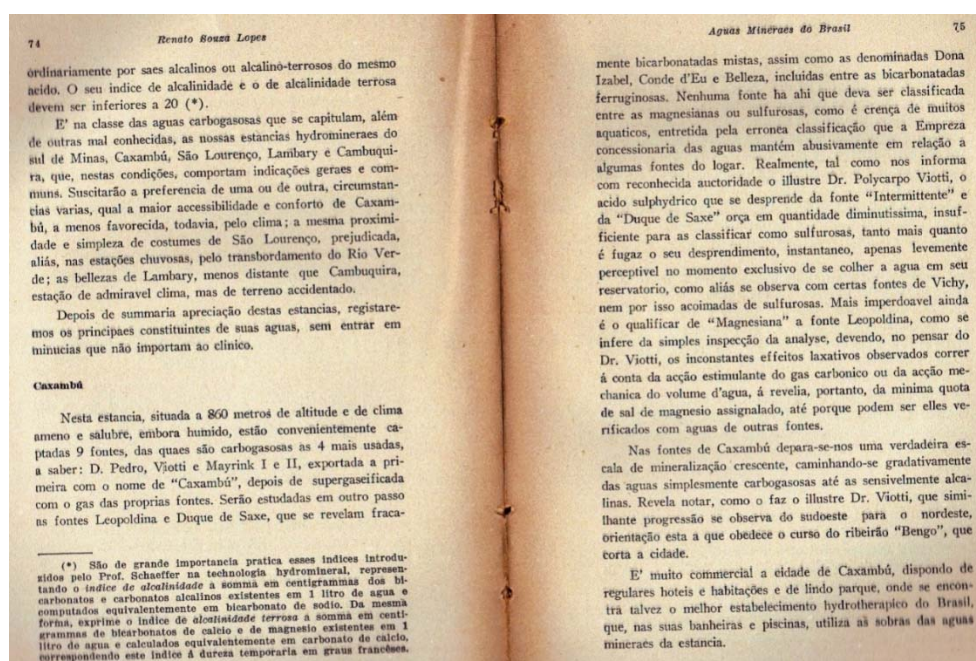


Figura 4- Prefacio sobre Caxambu⁸¹

⁸¹ Lopes RS. Aguas Mineraes do Brasil, Composição, Valor e Indicações Terapêuticas. Rio de Janeiro: Livraria Francisco Alves; 1931. pp. 74-5.

Se recuerda que en esta época estaban bien caracterizados solamente nueve manantiales del Parque de Aguas de Caxambu, principalmente los que contenían mayor cantidad de carbónico, bicarbonato e hierro.

La publicación del libro *Aguas Mineraes do Brasil*⁸², organizado por los funcionarios de la 2ª Sección de Estadística de la Producción Extractiva, sin fecha definida, pero probablemente editado en el año 1935, definía de manera muy elucidativa que, en esta época, las aguas de Caxambu, específicamente los manantiales caracterizados como "acídulas" (Don Pedro, Viotti, Mayrink 1, 2 y Leopoldina) y los manantiales con características "ferruginosas" (Conde D'Eu, Princesa Isabel, Duque de Saxe y Beleza) fueron exhaustivamente estudiadas y clasificadas basado en análisis específicas cuanto a su aspecto, presentación y constitución (Tablas 7 a 10).

Resaltamos que la tabulación de los datos referentes a todos los analisis que nos fueron facilitados se encuentran en el tópico de discusión, donde se evidencia con detalles la constancia de temperatura y composición química desde el año 1874 hasta 2010.

⁸² Gonsalves AD, Freitas ID, Przewodosky RNT, Deleito P, Monteiro Y, op. cit.

COMPOSIÇÃO SUMMÁRIA DAS FONTES CARBOGASOSAS

FONTES (Por litro)	Radioactividade	Gas carbonico litro	Indice de alcali-vidade	Indice de alcali-vidade terrosa	Bicarbonato de sodio	Bicarbonato de potassio	Bicarbonato de calcio	Bicarbonato de magnésio	Bicarbonato de ferro	Resíduo fixo
<i>Cazambú</i>										
Fonte D. Pedro	15,76	1,513	12,7	12,8	0,073	0,064	0,163	0,039	0,0004	0,250
Fonte Viotti	15,82	0,944	8,2	7,8	0,042	0,046	0,099	0,024	0,0003	0,170
Fonte Mayrink n° 1	14,09	0,774	7,6	6,4	0,042	0,040	0,081	0,020	0,0002	0,141
Fonte Mayrink n° 2	11,39	0,725	6,0	5,0	0,032	0,032	0,063	0,016	0,0002	0,120
<i>São Lourenço</i>										
Fonte n° 1 ou "Oriente" (São Lourenço)	1,75	1,188	7,9	5,1	0,050	0,033	0,046	0,033	0,0003	0,240
Fonte n° 2 ou "Andrade Figueira" (Magnesiana)	0,20	1,430	3,6	2,7	0,021	0,017	0,027	0,014	0,0002	0,058
<i>Lambary</i>										
Fonte n° 1	1,33	1,782	1,7	2,4	0,010	0,008	0,022	0,014	0,0004	0,056
Fonte n° 2	1,02	1,680	1,4	2,5	0,005	0,010	0,023	0,015	0,0008	—
Fonte n. 3 (Magnesiana)	2,11	1,361	1,7	2,5	0,006	0,012	0,025	0,013	0,0003	—
<i>Cambuquira</i>										
Fonte "Maria" (Regina Werneck)	0,29	1,844	1,3	1,1	0,009	0,002	0,011	0,005	0,0001	0,036
Fonte "Comendador Augusto Ferreira"	0,73	1,389	1,9	1,5	0,015	0,003	0,014	0,008	0,0002	0,180

Tabla 7 - Características fisicoquímicas de las Fuentes Don Pedro, Viotti, Mayrink 1 y 2⁸³.

FONTES	Radioactividade em μ mC	Gas carbonico	Bicarbonato de sodio	Bicarbonato de calcio	Bicarbonato de magnésio	Indice de alcali-vidade	Indice de alcali-vidade terrosa	Total dos sacos
<i>Cazambú</i>								
Fonte Leopoldina	2,00	1,600	0,169	0,359	0,095	27,5	28,7	0,550
Fonte Duque de Saxe	1,13	1,293	0,347	0,817	0,183	58,1	63,1	1,140
<i>São Lourenço</i>								
Fonte n° 3	0,47	1,088	0,355	0,345	0,233	59,9	37,3	
Fonte n° 4	0,33	1,114	0,336	0,342	0,235	58,3	37,3	
<i>Fervedouro</i>								
Fonte Biquinha	—	0,390	0,585	0,296	0,058	—	—	2,031
Fonte Sta. Barbara	—	—	0,574	0,732	0,180	—	—	1,643

Tabla 8 - Características fisicoquímicas de las Fuentes Leopoldina y Duque de Saxe⁸⁴.

⁸³ Lopes RS. op. cit., p. 78.

⁸⁴ Lopes RS. op. cit., p. 93.

FONTES (por litro)	Radioatividade	Gas carbonico livre	Indice de alcali-vidade	Indice de alcali-vidade terrosa	Bicarbonato de ferro	Bicarbonato de sodio	Bicarbonato de potassio	Bicarbonato de calcio	Bicarbonato de magnésio
Caxambu									
Fonte Beleza	2,04	1,184	79,0	80,6	0,0178	0,463	0,380	1,099	0,244
Fonte D. Isabel	1,53	1,501	55,7	53,2	0,0539	0,343	0,254	0,720	0,166
Fonte Conde d'Eu	4,55	1,337	25,5	23,3	0,0365	0,147	0,129	0,316	0,074
Marinho									
Fonte n.º 1	0,76	1,659	10,6	19,7	0,0180	0,075	0,037	0,231	0,093
Fonte n.º 2	0,69	1,832	12,1	22,7	0,0180	0,085	0,041	0,267	0,107
Fonte n.º 3	0,55	1,837	14,5	28,7	0,0210	0,102	0,050	0,338	0,132

Tabla 9 - Características físico-químicas de las Fuentes Beleza, Princesa Isabel e Conde D'Eu⁸⁵.

AGUAS MINERALES DO BRASIL (1)						ANALYSES (2)					
CAXAMBU (Águas acidulas)						CAXAMBU (Águas ferruginas)					
FONTES						FONTES					
ASPECTO APRESENTAÇÃO E CONSTITUIÇÃO	D. PEDRO	VIOTTI	MAYRINK I	MAYRINK II	LEOPOLD.	ASPECTO APRESENTAÇÃO E CONSTITUIÇÃO	CONDE D'EU	D. ISABEL	D. SAKÉ	BERLIZA	
Radioatividade em unidades Maches:						Radioatividade em Unidades Maches:					
43,3 42,9 38,7 31,3 5,5						12,5 4,2 3,1 5,6					
<i>Em um litro das aguas foram encontradas em grammas:</i>						<i>Em um litro das aguas foram encontradas em grammas:</i>					
Oxygenio livre	0,00286	0,00293	0,00514	0,00532	0,00093	Oxygenio livre	0,00000	0,00000	0,00044	0,00000	
Acido carb. CO ₂ total	1,69100	1,34400	0,87160	0,80170	2,60000	Acido carbonico CO ₂ total	1,79600	2,11100	2,15500	2,55100	
" " combinado	0,17950	0,11140	0,09660	0,07590	0,39720	" " combinado	0,38830	0,50980	0,46150	1,14670	
" " livre	1,51150	1,23260	0,77490	0,72580	1,60280	" " livre	1,31770	1,60120	1,69350	1,18430	
" silicio SiO ₂	0,02100	0,01960	0,01100	0,01850	0,04000	" " silicio SiO ₂	0,04420	0,06726	0,04630	0,06716	
" sulfureo SO ₂	0,00144	0,00102	0,00127	0,00089	0,00276	" sulfureo SO ₂	0,00148	0,00141	0,00198	0,00288	
" chlorhydric Cl	0,00119	0,00114	0,00104	0,00059	0,00304	" chlorhydric Cl	0,00149	0,00134	0,00057	0,00108	
" phosphoric P ₂ O ₅	0,00051	vestigio	vestigio	vestigio	0,00054	" phosphoric P ₂ O ₅	0,00148	0,00141	0,00198	0,00288	
Oxydo de sodio	0,02815	0,01874	0,01672	0,01339	0,05452	Oxydo de sodio	0,05555	0,12790	0,13100	0,17300	
" de potassio	0,00094	0,02201	0,01859	0,01538	0,06014	" " potassio	0,06279	0,12150	0,13140	0,18440	
" de litio	vestigio	vestigio	vestigio	vestigio	vestigio	" " litio	vestigio	vestigio	vestigio	vestigio	
" de calcio	0,09710	0,05380	0,02990	0,02290	0,12620	" " calcio	0,12900	0,21410	0,28740	0,38800	
" de magnésio	0,01079	0,06666	0,00372	0,00449	0,02640	" " magnésio	0,00255	0,04187	0,03002	0,06749	
" de ferro	0,00021	0,00017	0,00012	0,00010	0,00016	" " ferro	0,01540	0,00420	0,00217	0,00800	
" de manganes	vestigio	0,00000	0,00028	0,00099	0,00294	" " manganes	0,00012	0,00023	0,00010	0,00010	
" de aluminio	0,00099	0,00003	0,00000	0,00000	0,00000	" " aluminio	0,00440	0,00301	0,00323	0,00359	
Residuo sec. a 110°	0,21040	0,17040	0,14160	0,12000	0,55010	Residuo seco a 110°	0,52340	0,60300	1,14000	1,52700	
Residuo sec. a 180°	0,21840	0,16000	0,13360	0,12240	0,52910	" " 180°	0,49440	0,63500	1,08000	1,46900	
<i>Interpretação dos resultados das analyses — Um litro das aguas contém em grammas:</i>						<i>Interpretação dos resultados das analyses — Um litro das aguas contém em grammas:</i>					
Oxygenio livre	0,00286	0,00293	0,00514	0,00532	0,00093	Oxygenio livre	0,0	0,0	0,00044	0,0	
Acido carbonico livre	1,51150	0,94460	0,77490	0,72580	1,60280	Acido carbonico livre	1,33770	1,60120	1,29370	1,18430	
" " combinado	0,17950	0,11140	0,09660	0,07590	0,39720	" " combinado	0,38830	0,50980	0,46150	1,14670	
" " livre	1,33200	0,83320	0,67830	0,64990	1,20560	" " livre	0,94940	1,09140	0,83220	0,03760	
" silicio SiO ₂	0,02100	0,01960	0,01100	0,01850	0,04000	" " silicio SiO ₂	0,04420	0,06726	0,04630	0,06716	
" sulfureo SO ₂	0,00144	0,00102	0,00127	0,00089	0,00276	" sulfureo SO ₂	0,00148	0,00141	0,00198	0,00288	
" chlorhydric Cl	0,00119	0,00114	0,00104	0,00059	0,00304	" chlorhydric Cl	0,00149	0,00134	0,00057	0,00108	
" phosphoric P ₂ O ₅	0,00051	vestigio	vestigio	vestigio	0,00054	" phosphoric P ₂ O ₅	0,00148	0,00141	0,00198	0,00288	
Oxydo de sodio	0,02815	0,01874	0,01672	0,01339	0,05452	Oxydo de sodio	0,05555	0,12790	0,13100	0,17300	
" de potassio	0,00094	0,02201	0,01859	0,01538	0,06014	" " potassio	0,06279	0,12150	0,13140	0,18440	
" de litio	vestigio	vestigio	vestigio	vestigio	vestigio	" " litio	vestigio	vestigio	vestigio	vestigio	
" de calcio	0,09710	0,05380	0,02990	0,02290	0,12620	" " calcio	0,12900	0,21410	0,28740	0,38800	
" de magnésio	0,01079	0,06666	0,00372	0,00449	0,02640	" " magnésio	0,00255	0,04187	0,03002	0,06749	
" de ferro	0,00021	0,00017	0,00012	0,00010	0,00016	" " ferro	0,01540	0,00420	0,00217	0,00800	
" de manganes	vestigio	0,00000	0,00028	0,00099	0,00294	" " manganes	0,00012	0,00023	0,00010	0,00010	
" de aluminio	0,00099	0,00003	0,00000	0,00000	0,00000	" " aluminio	0,00440	0,00301	0,00323	0,00359	
Residuo sec. a 110°	0,21040	0,17040	0,14160	0,12000	0,55010	Residuo seco a 110°	0,52340	0,60300	1,14000	1,52700	
Residuo sec. a 180°	0,21840	0,16000	0,13360	0,12240	0,52910	" " 180°	0,49440	0,63500	1,08000	1,46900	
<i>Verificação — 1 litro das aguas contém, dos compostos solidos na combinação proximal res. 180°, em grammas:</i>						<i>Verificação — 1 litro das aguas contém, dos compostos solidos na combinação proximal res. 180°, em grammas:</i>					
Acido silicio (SiO ₂)	0,02100	0,01960	0,01100	0,01850	0,04000	Acido silicio (SiO ₂)	0,04420	0,06727	0,04630	0,06716	
Chlorureto de sodio	0,00196	0,00188	0,00171	0,00098	0,00171	Chlorureto de sodio	0,00196	0,00188	0,00171	0,00098	
Sulfato de calcio	0,00245	0,00175	0,00233	0,00152	0,00467	Sulfato de calcio	0,00245	0,00175	0,00233	0,00152	
Pyrophosphato de potassio	0,00119	0,00000	0,00000	0,00000	0,00176	Pyrophosphato de potassio	0,00119	0,00000	0,00000	0,00176	
Carbonato de sodio	0,04636	0,02890	0,02705	0,02064	0,21600	Carbonato de sodio	0,09273	0,21660	0,23590	0,29220	
" " potassio	0,00440	0,01220	0,01796	0,02210	0,07717	" " potassio	0,00800	0,01770	0,01970	0,02870	
" " calcio	0,01020	0,03117	0,03004	0,03223	0,22180	" " calcio	0,01910	0,04490	0,03300	0,07800	
" " magnésio	0,02217	0,03193	0,01196	0,00939	0,03520	" " magnésio	0,00420	0,00993	0,00500	0,01119	
Oxydo de ferro e alum.	0,00120	0,00100	0,00100	0,00100	0,00120	Oxydo de ferro e alum.	0,00812	0,00823	0,00810	0,00810	

Tabla 10 - Análisis de los nueve manantiales de Caxambu, según su aspecto, presentación y constitución⁸⁶.

⁸⁵ Lopes RS. op. cit., p. 143.

⁸⁶ Gonsalves AD, Freitas ID, Przewodosky RNT, Deleito P, Monteiro Y., op. cit., 108-9.

VI.E. AGUA ENVASADA

Dulcius ex ipsa fonte bibitur aqua, del latín “la cosa más agradable que hay es beber el agua directo del manantial”. Así el autor H. Monat⁸⁷ describe el complicado inicio del envasado de agua mineral en Caxambu en el año 1872, revelando que en la época en cuestión el acto de beber las aguas en el propio manantial las volvía más agradables y asimilables por el organismo que cuando transportadas a grandes distancias. Por otro lado el uso de las aguas directamente en el manantial era indicio de una acción más energética y directa en el organismo aquejado de algún mal.

El hecho de que brotaran directamente del suelo y no sufrieran ninguna alteración en su composición química les otorgaba un carácter de credibilidad, sin contar que el proceso de envasado, por más criterios técnicos de conservación que se tengan, hay el riesgo de modificación de sus componentes y alteraciones terapéuticas significativas.

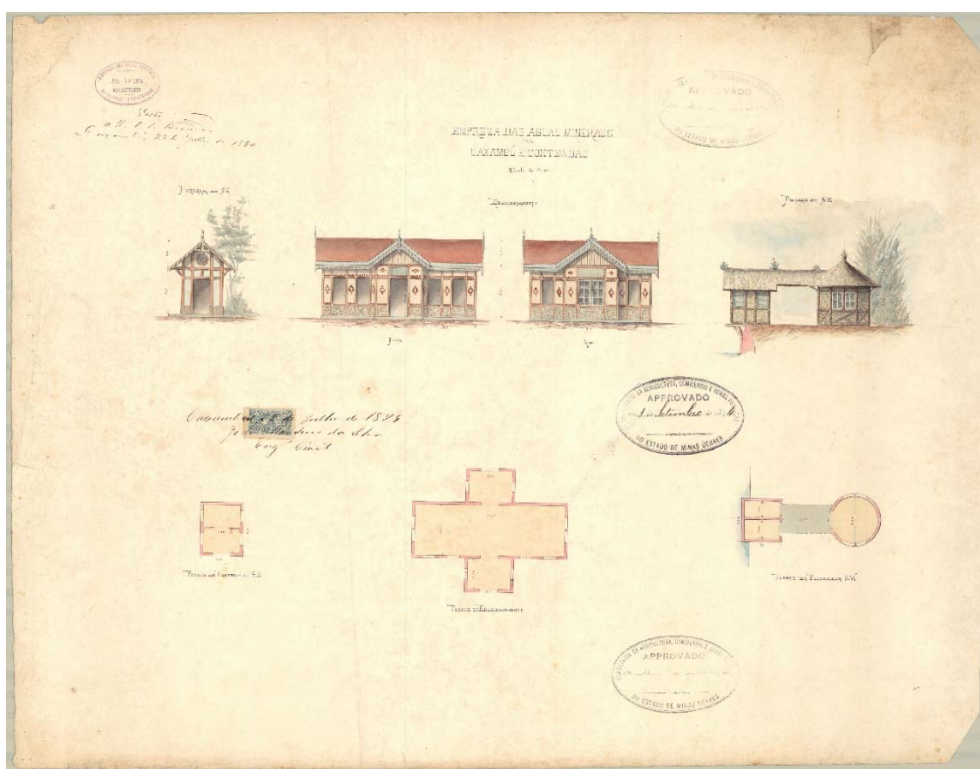
Casi siempre el raciocinio clínico (y crítico) de la época era que se necesitaba recurrir a las aguas “más energicas” y, una vez transportadas por largas distancias, perdían su valor terapéutico y eran administradas a los pacientes como aguas de características “livianas”, lo que no siempre proporcionaba una acción medicamentosa eficiente.

Ya en aquella época se comentaba que bastaba que el agua medicinal perdiera su temperatura mínima para que se alterase; el contacto con el aire hacía eliminar gases dando lugar a nuevas combinaciones químicas. La presencia de la luz exterior era otro factor preocupante porque provocaba alteraciones en algunos tipos de aguas, de acuerdo

⁸⁷ Monat H., op. cit.

con el relato y la experiencia de Lefort, médico hidrólogo brasileño del siglo XIX.

El Archivo Público Mineiro (APM), en su Biblioteca Central, dispone de dos valiosos planes arquitectónicos que versan sobre la manera en que, el 1894, sería la más adecuada para construir la primera planta de envasado de agua en el Parque de Aguas de Caxambu y Contendas (Plano 2).



Plano 2 - Esbozo de planta de envasado en Caxambu – 1894
[Arquivo Público Mineiro. SA-011(01)]

¿Cómo se envasaba el agua en Caxambu en el año 1874?. El método de elección de las botellas no usaba criterios científicos, sino era basado en solamente en el diseño, o sea, se utilizaban botellas de color claro, blanca o verdoso, tal como ocurría en el caso de la Fuente Don Pedro. Se sabía, en esa época, que las botellas de color oscuro o azuladas protegían el agua de los efectos perniciosos de los rayos

solares y de la claridad. Si los administradores de Caxambu en esa época hubiesen prestado atención a la coloración de las botellas provenientes de países europeos, habrían optado por botellas de color oscuro⁸⁸.

Otro problema para el envasado sería la forma de las botellas. En Spa (Bélgica) y Vichy (Francia), usaban botellas con el fondo redondo, de manera que jamás podrían ser conservadas de pie, y si acostadas, aunque el hábito de conservar botellas de pie ya era común en los cafés, farmacias y almacenes de los Estados Unidos e Inglaterra. El hecho de conservar la botella en pie daba lugar a que el corcho, no estando en contacto con el líquido, se secaba en poco tiempo, propiciando la entrada de aire a través de los poros. No era difícil ver botellas con rótulos de vino o vinagre que transportaban agua de los diferentes manantiales del parque. La manera de envasar era de lo más primitivo.

Las botellas eran lavadas muy someramente, de manera que la presencia de residuos alimenticios y paja no era difícil, lo que por obvio podría alterar la calidad del producto envasado. La botella era aproximada al chorro de agua del manantial y después de llena era apartada para continuar con la siguiente, y así continuamente hasta que todas estuviesen llenas y con corcho.

Todos los hidrólogos de la época recomendaban que el envasado se hiciese en los días fríos y secos, y con tiempo limpio. En Caxambu no se elegía el día, ni el clima. Cualquier día servía para envasar el agua, pues los pedidos eran urgentes. Estudios de la época demostraban que las aguas ferruginosas perdían el hierro cuando eran mal recogidas, que las aguas carbónicas perdían el gas y el sabor picante cuando no eran recogidas en días claros. La probable explicación para estas

⁸⁸ Monat H, op. cit.

ocurrencias es que en días de lluvia la presión atmosférica es menor, lo que induciría a una mayor aspiración del carbónico hacia adentro del manantial.

Según Monat, las experiencias de Jules François (1857-1932), médico francés, demostraban que cuando predominaban los vientos noreste y suroeste las aguas sulfurosas perdían el azufre, se descomponían y no se conservaban⁸⁹. Este fenómeno ocurría probablemente en virtud de la reacción del oxígeno con el azufre reducido (sulfhídrico), causando la precipitación del azufre.

En todos los manantiales gaseosos estaba probado que sería de mucha utilidad evitar el contacto del agua con el aire mientras se llenaba con aparatos provistos con tubos que penetraban hasta el fondo de las botellas, llenándolas, evacuando el aire hacia la superficie superior y colocando el corcho enseguida.

En Caxambu la botella se llenaba directamente en el chorro del manantial, el aire que penetraba permanecía allí hasta colocar el corcho en un periodo de 2 horas o más.

La elección y preparación del corcho eran detalles totalmente despreciados por los envasadores de la época. Se tiraba una gran cantidad de las mismas en un recipiente grande con un poco de agua (insuficiente para lavarlas) cuya maceración prolongada es de gran utilidad porque la presencia de ácido tánico del corcho con el hierro del agua, daba lugar a la formación del tanato de hierro, que explicaba el color negro de los depósitos del agua. Para más seguridad y la oclusión completa de la botella era costumbre colocar una cápsula de plomo con el cuidado de revestir el cuello de la botella con lacre para evitar la

⁸⁹ Monat H, op. cit.

entrada del aire y mejorar la adherencia de la cápsula de plomo al lacre. Sobre la cápsula de plomo se imprimía el nombre de la fuente.

Todavía, esta situación empezó a cambiar cuando la influencia económica, política y social que Venâncio pasó a ejercer en el Estado de Minas Gerais y en el escenario nacional. Además de Diputado y Constituyente, dirigía varias empresas tales como el Ferrocarril Bahía – Minas, los servicios de agua y alcantarillado de Barbacena (Minas Gerais), fábrica de telas, la Compañía Frigorífica Mineira, entre otras actividades y empresas.

Poseedor de una amplia visión empresarial, vislumbró en Caxambu las posibilidades para una buena aplicación de capital financiero, lo que completaría su característica de hombre progresista, idealizador y patriota.

Muy interesado por la estancia hidromineral de Caxambu, en 1890 adquirió la concesión para la explotación de las aguas minerales. Esa concesión que anteriormente fuera otorgada al Doctor Saturnino Simplicio de Salles Viega en 1883, fue cedida por este a Mayrink por el importe de 515000\$000 (quinientos quince mil contos de réis).

En 1890 el presidente de Minas Gerais, Doctor João Pinheiro, aprueba la transacción y Mayrink buscó adquirir otras propiedades en la región.

Así que fue aprobada la transacción por el Estado de Minas Gerais, el Concejal Mayrink delegó al pariente, Doctor João Carlos Mayrink, que hiciese contacto con el Ingeniero Doctor Henrique Laligant, técnico con mucha fama en la época, para comparecer en la ciudad de Caxambu y realizar los estudios necesarios para el buen y sustentable aprovechamiento de los manantiales de agua mineral.

Laligant inició el estudio de los manantiales y concluyó su informe al Consejero Mayrink relatando que del estudio médico de la composición de los manantiales se deduciría su utilidad y aplicación.

Aunque tuviese en manos un documento precioso sobre los manantiales de Caxambu, el Concejal Mayrink, en 1893, consiguió juntamente con la Academia de Medicina de Río de Janeiro la constitución de una comisión de médicos con amplios poderes para venir aquí y examinar las aguas. La comisión representada por la Academia de Medicina estaba compuesta por los Profesores João Batista de Lacerda, Joaquim Pinto Portela, César Diogo y Francisco de Castro.

Así que fue comprobado el efecto terapéutico de las aguas mineromedicinales de Caxambu, el Concejal Mayrink inició las otras actividades empresariales para dotar la ciudad de Caxambu con potencial turístico y económico regional, entre ellas la instalación de una línea de tranvías que unía los puntos más lejanos del pueblo, intentando en aquella época proporcionar a la ciudad la iluminación eléctrica.

Como Diputado Constituyente tuvo influencia directa en la construcción de la ramificación del ferrocarril de Soledad a Caxambu, cuyo trayecto se hacía, anteriormente a 1891, por medio de carretas de bueyes, carros y a caballo.

Debido a sus relaciones políticas y sociales, nunca se olvidó de difundir las virtudes de las aguas de Caxambu, principalmente en las grandes capitales del Brasil, haciendo la estancia de Caxambu conocida en todo el territorio nacional.

En 1893 fue convocado para renovar el contrato de concesión, que fue aprobado, después de una revisión de parte del Consejero Afonso Pena, entonces Secretario de Agricultura, siendo este proceso

intermediado por el Doctor Saulo Gomes Pereira, consultor técnico del Estado de Minas Gerais.

En este parecer técnico se relató que en 1890 el Concejal Mayrink recibió el establecimiento termal en ruinas, los manantiales inutilizados, el recinto del Parque en estado primitivo, apenas rodeado por un alambrado y sirviendo de pasto a los animales. Su administración se destacó por las modernas técnicas de captación de los manantiales, mejoría de sus edificaciones, así como el balneario fue totalmente reparado y sus instalaciones mejoradas.

Continuaba relatando el consultor técnico del estado de Minas Gerais que todas estas mejorías se deben a la iniciativa del empresario Mayrink que gastó allí centenas de contos de réis y no sería justo que el gobierno correspondiese a tantos servicios de utilidad pública rescindiendo el contrato, justo en la ocasión en que él comienza a obtener resultado de sus sacrificios.

Después de innumerables consideraciones favorables al Consejero Mayrink, el parecer fue aprobado y en junio de 1895 se firmó el nuevo término de renovación del contrato.

No obstante su dedicación y espíritu progresista de Mayrink, el empezará a sufrir una intensa campaña de oposición política que tendría una influencia negativa en su administración.

El diario "Actualidad", publicado en Baependy (Minas Gerais) y la "Gazeta de Caxambu" criticaban continuamente la Empresa (nombre del conglomerado financiero perteneciente a Mayrink) pero sin amainar el ánimo emprendedor del Concejal.

Siguiendo sus actividades dentro del parque de Aguas, se dedicó a cuidar personalmente del problema que era el envasado de agua

mineral a través de métodos modernos implementados en este sector de envasado.

Fue así que en 2 de enero de 1899, el Señor José Serrano Moreira da Silva relató que en el Diário Oficial del 17 de febrero de 1896 se obtuvo con facilidad la descripción completa del sistema empleado para la saturación y envasado de las aguas de Caxambu, cuyos relatos podrán ser enviados al Ministro de Agricultura para que el pueda evaluar y juzgar lo presumido por la Empresa de Aguas Estrela. Una rápida visita al envasado permitió evaluar que no se podría exigir más perfección en tal servicio. El proceso para la gasificación con la finalidad de sobrecargar de gas el agua, que es extraído del propio manantial, aunque simple, fue el único en su género y que solo Caxambu consiguió obtener esta mejoría, que fue privilegiada por el gobierno de la Unión.

No se puede olvidar el hecho del Concejal Mayrink en terminar, a sus costos, las obras de edificación de la Iglesia de Santa Isabel de Hungría que fueron iniciadas por la Princesa Isabel en 1868 cuando estuvo con su esposo, o Conde D'Eu. La historia nos lleva a la especial devoción que el Concejal tenía por aquella iglesia.

Según relatos, su hija, Doña Guiomar Mayrink, en 1900, decía que los vientos de la adversidad empezaban a soplar, y la estrella de Mayrink palidecía, desencadenado por pasión y ambición política.

Por la lectura del relato, parece que Mayrink luchaba contra adversarios que no concordaban con su administración y hacían parte en el propio gobierno. Ya se presumía la emancipación política del Distrito de Caxambu, tanto que, en una carta escrita en agosto de 1900 al Consejero, el Juez Carlos Otton informaba a Mayrink que el gobierno, una vez más, exigiría otra renovación de su contrato y ya existía la idea de creación de municipalidades en las estancias hidrominerales.

Mayrink poseía una elevada posición política y una alta representación como empresario, fue uno de los pioneros de la emancipación política de Caxambu, aunque tuviera sus intereses condicionados a una serie de inversiones que necesitan una gestión autónoma para que pudiesen seguir adelante.

Junto con Praxedes da Costa y otros, el 2 de abril de 1901, redactó una representación popular dirigida al Congreso Legislativo Estadual, pleiteando la autonomía administrativa y la creación de la Vila de Caxambu.

No obstante el Concejal Mayrink esté casi seguro de la renovación de su contrato, cuyo contenido ya estaba en discusión, resolvió él mismo pedir la expropiación de la Empresa alegando motivos de orden particular, que realmente aconteció en 1904 cuando el Estado de Minas Gerais expropió la Empresa de las Aguas Minerales de Caxambu. Los bienes adquiridos por el Estado fueron pagados en 650 cuotas con valor de 650000\$000 (seiscientos cincuenta mil contos de réis) en la época.

Al final de las negociaciones, el Concejal Mayrink relató al Doctor Francisco Salles el estado precario en que se encontraban los manantiales y los establecimientos dentro del parque. Comunicó todavía que pasaría para el poder del Estado una estructura diferente de lo que era, no solamente por el aspecto agradable como por las condiciones de utilidad que eran completas (Fotos 12 y 13).

Al Consejero Francisco de Paula Mayrink, Caxambu prestó su homenaje de gratitud dando su nombre a una de sus más importantes manantiales hidrominerales.

Por esa época, final del siglo XIX e inicio del siglo XX, se divulgaban las Aguas Minerales de Caxambu con diversas imágenes (Fotos 14 a 16).

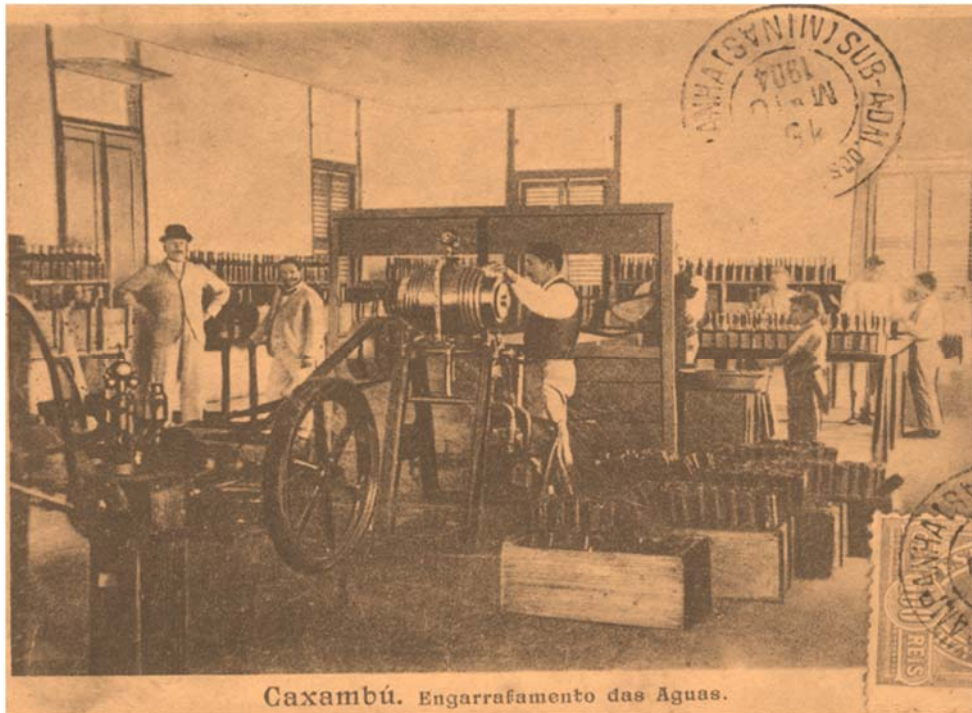


Foto 12 - Sistema de envasado de agua – 1904
(Acervo Palace Hotel Caxambu)



Foto 13 – Planta de envasado de agua
(Acervo Palace Hotel Caxambu)

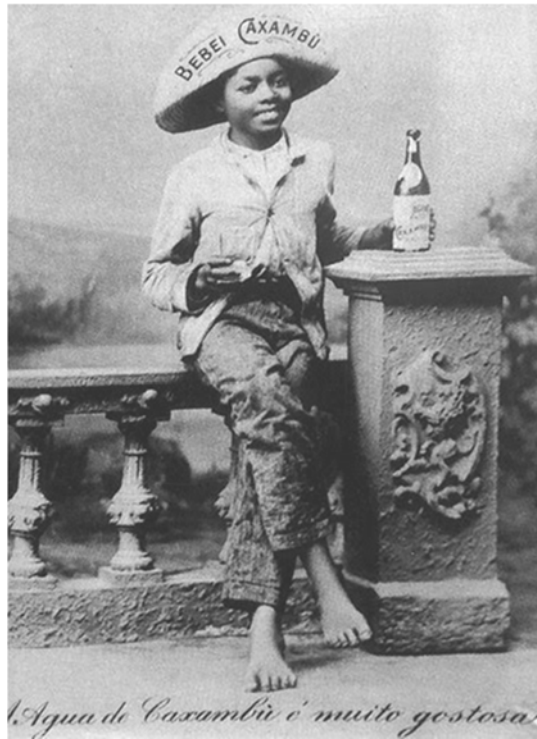


Foto 14 - Publicidad del agua mineral Caxambu
(Acervo Palace Hotel Caxambu)



Foto 15- Etiqueta de final de siglo XIX
(Acervo Palace Hotel Caxambu)



Foto 16 - Etiquetas de inicio de siglo XX
(Acervo del autor)

Pasaron los años y el envasado del Agua Mineral Caxambu evolucionó, se adaptó a los tiempos, se usó la más alta tecnología del sistema de envasado (Foto 17), ajustándose a las normativas gubernamentales del Departamento Nacional de Producción Mineral (DNPM)⁹⁰. La planta de envasado está ubicada dentro del parque de las Aguas de Caxambu y actualmente la CODEMIG (Compañía de Desarrollo Económico de Minas Gerais), titular de los derechos de explotación de los manantiales, concedió el derecho de envasado a COPASA AGUAS MINERALES DE MINAS, cuyo mercado prioritario son los estados de Minas Gerais, Belo Horizonte y São Paulo.

⁹⁰ Norma técnica que rige el aprovechamiento de agua mineral, termal, gaseosa, potable de mesa, destinada al envase, o como ingrediente para el preparo de bebidas en general o todavía destinada para utilización en balnearios, en todo el territorio nacional. Decreto No. 374 de 1º de Octubre de 2009.

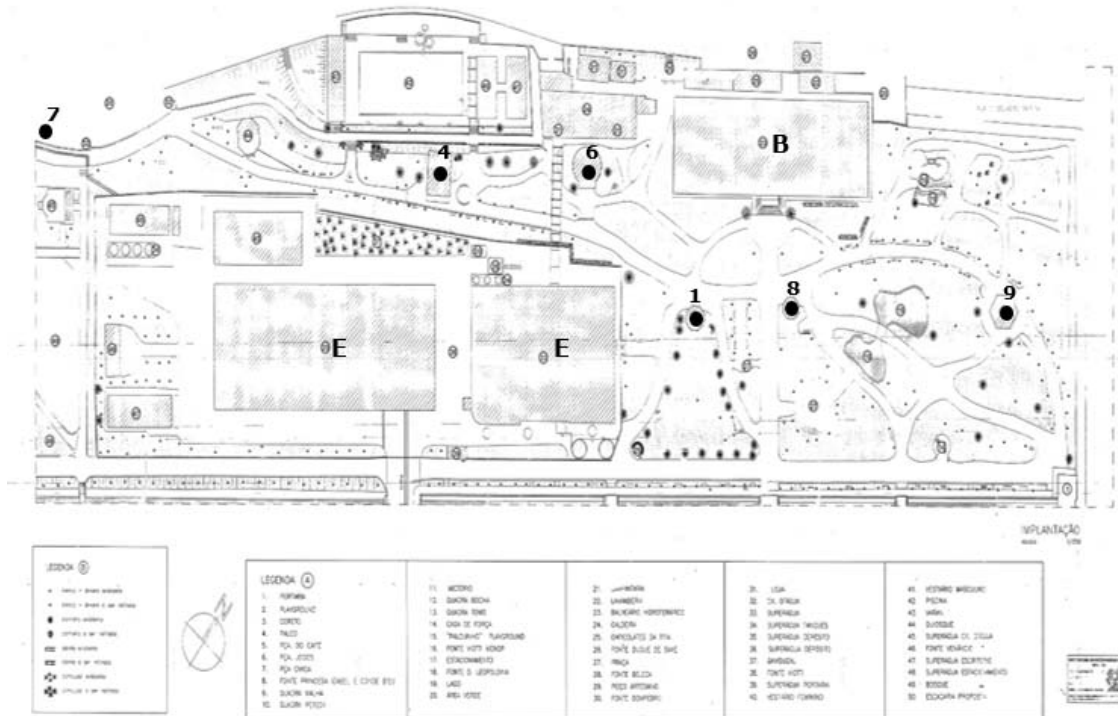


Foto 17 – Sistema actual de envasado
(Acervo del autor)

En Brasil, toda la legislación que rige el sector de aguas minerales envasadas está bajo las directrices del Departamento Nacional de Producción Mineral – DNPM, que coordina las etapas desde la perforación del pozo, otorga de labra, edificación de la fuente, perímetro de protección, plan de aprovechamiento económico, normativas de calidad del agua, sistema de envasado, etiquetaje, acondicionamiento y guarda, y normativas publicitarias.

Una de las normativas más importantes, y que rige el Código Minerário de Brasil, es la Ordenanza nº 269 del Departamento Nacional de Producción Mineral (DNPM), de 10 de julio de 2008, que se ocupa del arrendamiento, entendiéndose por tal todo y cualquier contrato que tenga por objetivo la explotación de áreas pasibles de mineración sin la transferencia de titularidad de la concesión de explotación minera, sea ella total o parcial.

En el Plano 3, se encuentran las estructuras edificadas y las fuentes ya existentes en el parque.



[Ubicación de las fuentes: 1. F. Beleza; 4. F. Viotti; 6. F. Don Pedro; 7. F. Venâncio; 8. F. Duque de Saxe; 9. F. Doña Leopoldina; (E). Envasadora; y, (B). Balneario]

Plano 3 - Plano de intervención para la implementación del PET 108

En el Parque de Aguas de Caxambu, en la actualidad, el agua para envasado procede de los siguientes mananciales: *Mayrink 1, 2 y 3*, aguas carbogaseosas e iones predominantes bicarbonato, calcio y sodio; y Don Pedro, carbogaseosa e iones predominantes bicarbonato y calcio.

VI.F. ESTABLECIMIENTO BALNEARIO

El balneario de Caxambu se encuentra en el interior del Parque de las Aguas "Dr. Lisandro Carneiro Guimarães". En el año 1864 se inició la edificación de un balneario de madera (Foto 18) sobre los manantiales de aguas mineromedicinales que brotaban del suelo donde hoy está la Fuente Don Pedro II.

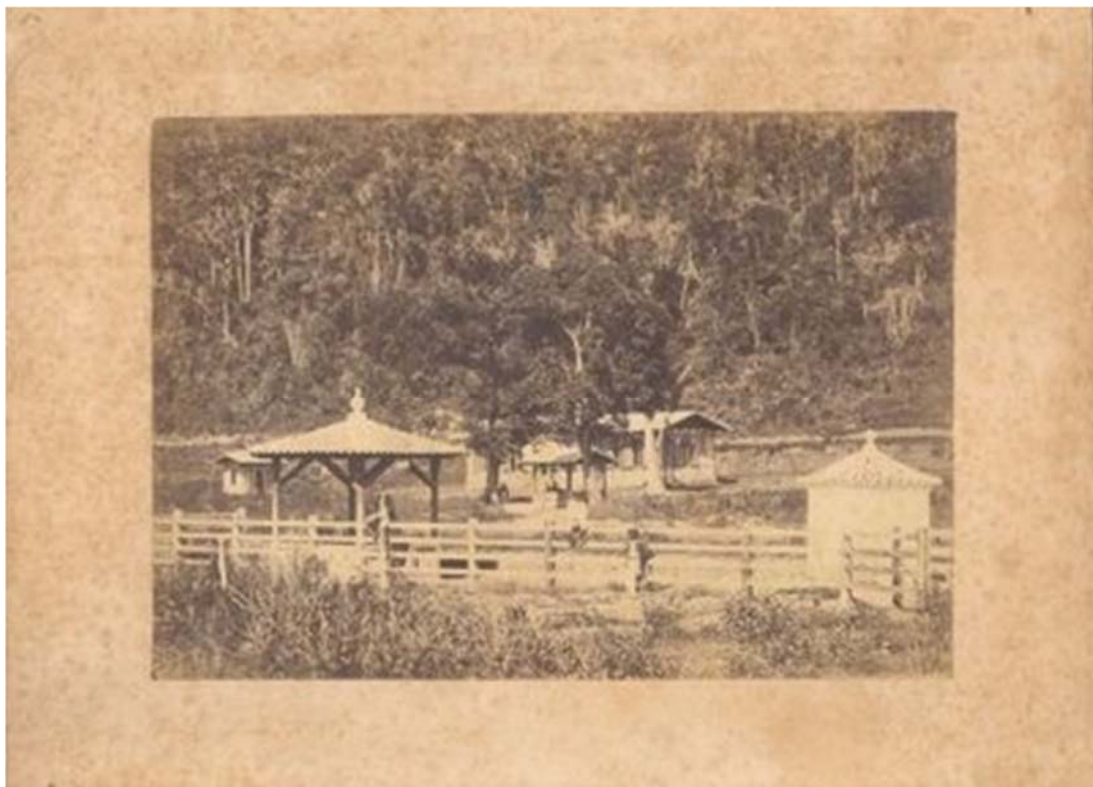
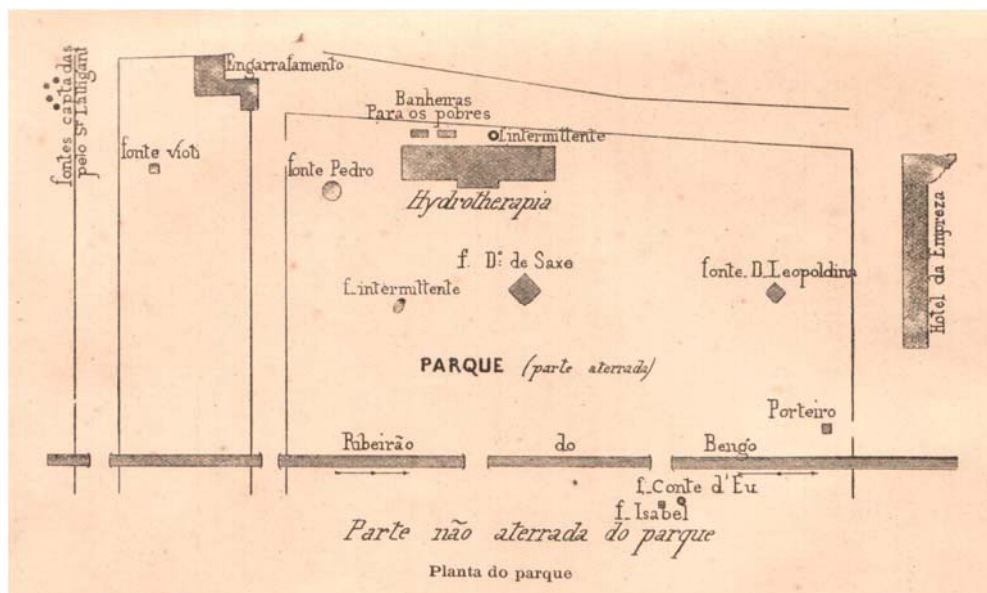


Foto 18 - Balneario de Caxambu – 1868
(Acervo del Palace Hotel Caxambu)

Dicho balneario fue sustituido por otro, edificado en madera y alvenaria, cuya ubicación de daba solamente hacia arriba del Río Bengo, teniendo en cuenta que el terreno todavía no había sido drenado, porlotanto, sujeto a inundaciones.

El plan arquitectónico inicial del parque (Plano 4) tenía forma rectangular y dividía el parque en 2 zonas distintas, separadas una de la otra por el Arroyo Bengo. La de la izquierda, de menor dimensión, está cubierta con tierra y lista para el uso popular. Ahí se encuentra el balneario, geográficamente a oeste de la Colina de Caxambu, junto a los manantiales Doña Leopoldina, Duque de Saxe, Intermitente (actual Fuente Beleza) y Don Pedro. Pero, problemas de drenaje del terreno hizo que en el primer periodo de lluvias los aguistas tuvieron que convivir con las inundaciones⁹¹. Es interesante observar en dicho plan/croquis del balneario, que sus autores delimitaban áreas para balneoterapia designada a la población pobre y enferma, actitud esta común en los balnearios de la mayoría de las estancias hidrominerales del estado de Minas Gerais que poseían casinos. Desde este punto de vista, los frequentadores de los casinos tenían prioridad de uso en estos balnearios y no era habitual, su convivencia con personas enfermas y desprovista de recursos.



Plano 4 - Plan de edificación del Complejo Hidroterápico – año 1874
(Acervo Palace Hotel Caxambu)

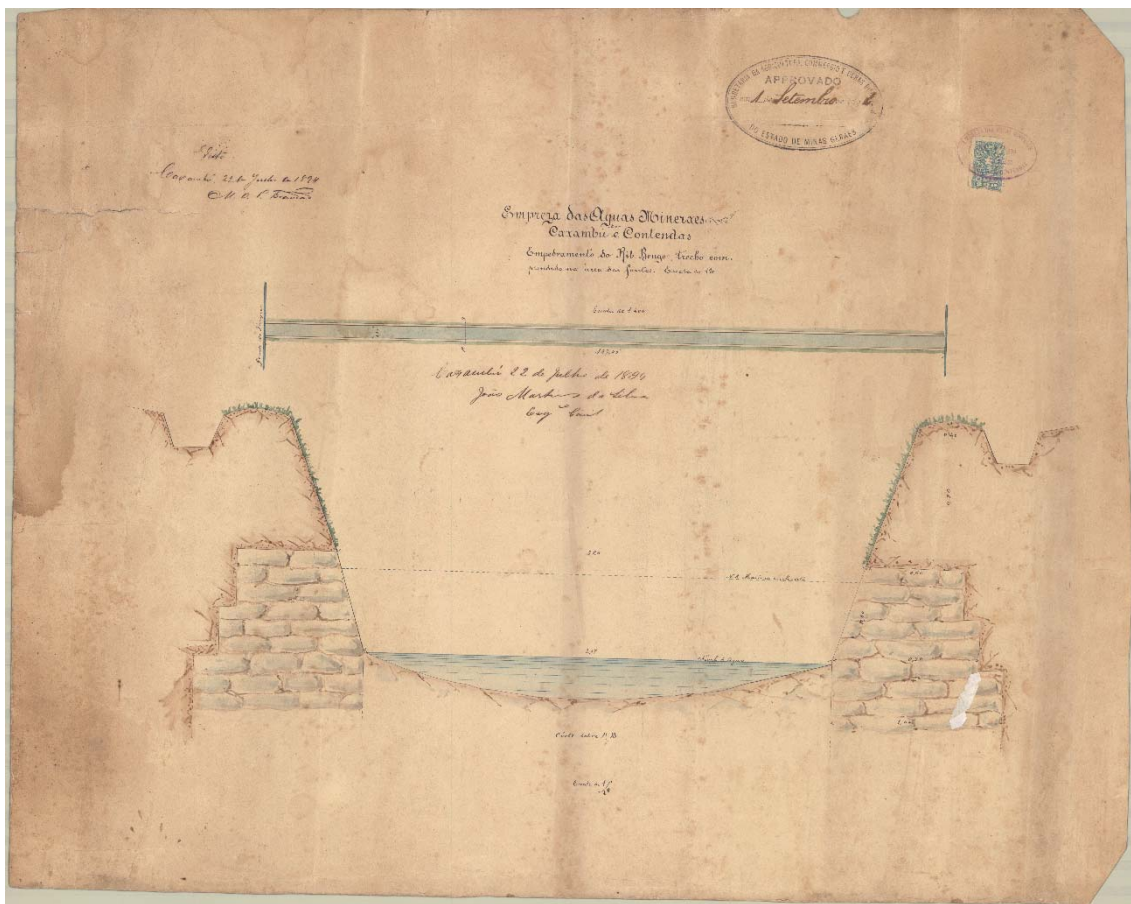
⁹¹ Monat H, op. cit.

La Dirección General de Obras Públicas de la Provincia, en 1868, después de exhaustivas reuniones, resolvió atender los deseos de la población y autorizó la creación de una comisión encargada de dirigir las obras de edificación del nuevo establecimiento balneario de Caxambu.

Para que se realizara la expansión del balneario, hubo que proceder al empedrado del lecho del Río Bengo, teniendo en cuenta que los manantiales de agua mineral se encontraban en ambos márgenes de este río. El Plano 5 muestra el croquis de intervención de dicho empedrado cuya finalidad era nivelar el terreno, drenar adecuadamente el agua del río y evitar inundaciones sobre los manantiales en épocas de mucha lluvia. Todas estas intervenciones tenían como finalidad evitar la posibilidad de contaminación para los manantiales y la expansión del parque de aguas hacia el otro margen del Río Bengo.

Fueron encargados innumerables materiales en Europa (Portugal, Francia, Inglaterra) y en Río de Janeiro para que la obra se llevase a cabo. Entre ellos, las bañeras, pulverizadores y depósitos de agua.

Mientras tanto, después del inicio de las obras del balneario, en agosto de 1868 asume el Gobierno de la Provincia el Dr. Domingos Andrade Figueira, que consideró que sería responsabilidad de la Cámara Municipal de Baependi la administración de la Estancia Hidromineral de Caxambu, ordenando la paralización completa de las obras, pasando las mismas al cuidado de la referida Cámara Municipal, que sin recursos financieros abandonó la obra. Asimismo con las obras inacabadas, el 11 de agosto de 1879 el balneario fue inaugurado prestando el mínimo de los servicios posibles.



Plano 5 - Sistema de empedrado del lecho del Río Bengo – 1894
 [Arquivo Público Mineiro - SA 011(02)]

Fue durante la administración del Consejero Mayrink (1890-1904), cuando el balneario, a pesar de estar terminado, funcionaba con el servicio hidroterápico incompleto, debido a la falta de un técnico que actuase en los baños. El proyecto arquitectónico, realizado en 1911/12 por el arquitecto Alfredo Burnier de Río de Janeiro, es el embrión del edificio actual. (Foto 19)

El edificio fue inaugurado al inicio de los años 20, sin embargo, al final de la década de 1940 se hizo una ampliación.



Foto 19 - Balneario de Caxambu – 1912
(Acervo del Palace Hotel Caxambu)

Para este proceso de revitalización, la *Empresa de Aguas de Caxambu* autorizó el corte de árboles, entre ellas cedros centenários, causando una conmoción general entre los profesionales que allí prestaban sus servicios, entre ellos Venâncio Figueiredo que, al tomar conocimiento del corte de los cedros, puso su cargo a disposición de la dirección de la *Empresa*. Obviamente que se optó por preservar al profesional técnico y cancelar el corte de los árboles, evidenciando su sensibilidad como preservador de la naturaleza Venâncio Figueiredo ya en el inicio del siglo XX.

Aun así, la *Empresa* realizó una serie de intervenciones estructurales en el Parque, proporcionándole una nueva característica visual. Mas allá de la captación de manantiales, por orientación de Venâncio Figueiredo, se construyó el balneario, los manantiales recibieron una nueva cobertura en estilo de "*chalets suizos*", el Río Bengo desviado su

curso, fue canalizado a lo largo de 2 km. Se edificaron jardines y se inició un plan arquitectónico para delimitar el área del parque con rejas de hierro fundido.

Todas estas intervenciones estructurales causaron preocupaciones al gobierno provincial de Minas Gerais, que determinó a su Ministro de Negocios del Império, Barón de Cotegipe, que hiciera contacto con el Sr. Dr. Agostinho José de Souza Lima para intervenir junto *“a las aguas de Baependy y de Campaña con la finalidad de averiguar el estado actual de aquellas aguas y verificar las modificaciones por lo que pasó este local con los trabajos de canalización y edificación de instalaciones sanitarias, conjuntamente con otros accesórios últimamente utilizados, en virtud de los contratos celebrados con la Presidência de la Provincia de Minas Gerais”*⁹². En este oficio el gobierno provincial ya manifestaba su preocupación con la calidad de las aguas mineromedicinales, la probable alteración en su composición fisicoquímica y sugería nuevos análisis de las referidas aguas.

En estas sugerencias acompañaba la preocupación por las propiedades terapéuticas de las aguas y la se preguntaba si en el establecimiento balneario no habría necesidad de estar presente un médico crenólogo con la función de estudiar constantemente las aguas minerales de cada manantial para poder aconsejar a los enfermos la mejor manera de usarlas en bebida, sus indicaciones y contraindicaciones, caracterizar las mejores épocas del año para las estaciones termales, todo esto bajo criterios clínicos y terapéuticos como lo hacían los mejores balnearios de Europa⁹³.

⁹² Lemos ML. Fonte Floriano de Lemos II: Caxambu, de água santa a patrimônio estadual. Caxambu: Ed. Maria de Lourdes Lemos; 2007. p. 120.

⁹³ Lemos ML. op. cit., p. 72-4

En este oficio se menciona que estas sugerencias ya habían sido propuestas por una comisión de estudios en 1874. En documento anexo, acompañaba sugerencias del Señor Inspector General de Higiene, Dr. Barón de Ibituruna, que servirían de guión al trabajo de inspección del Dr. Agostinho José de Souza Lima (Figuras 5 a y b). Al término de la inspección, el Dr. Souza Lima publicó el Informe de 1888, con los resultados obtenidos (Figura 6).

Quedando evidente las dificultades financieras e innumerables obras aun por realizar, la *Empresa de Aguas de Caxambu y Contendas* vendió sus derechos de explotación del Parque de Aguas al Consejero Francisco de Paula Mayrink, el 26 de mayo de 1890⁹⁴.

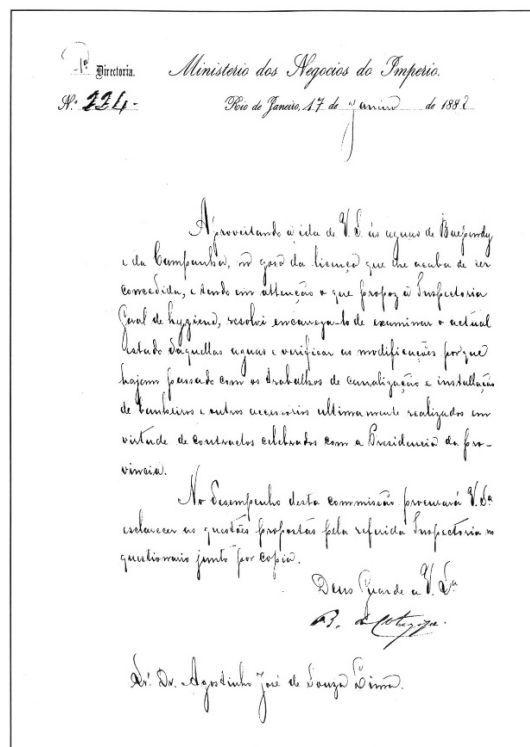


Figura 5a - Oficio Ministério de Negócios Império de Brasil - folhas 1

⁹⁴ Contracto da Empresa de Aguas Minerais de Caxambu e Contendas com a Provincia de Minas Gerais; 1889.

iii. A Inspectoria Geral de hygiene encorregou seu membro L. Ant. Agostinho J. de Souza Lima do Estado de Alagoas as aguas minerais da provincia de Minas, de resolu e de resposta as seguintes questoes: — 1.º As aguas das diversas fontes de Cudambi, em Buzindy, as de Dambary, em Campaury, e as de Caidas, no municipio de mesmo nome, contem em si elementos os mesmos caracteris revelados pela analise a que foram submettidas em 1874; tem soffrido algumas modificações, e queas? — 2.º A que causas se deve attribuir as modificações que apresentaram, as influencias meteorologicas ou thermicas, ou as duas feitas nos referidos pontos? — 3.º Dera convenientemente ou de absoluta necessidade que se preparem a novas analises? — 4.º Aos interesses de saúde e aos da saúde publica não conviria que na direcção de cada uma dessas aguas estivesse um medico Inspector, encarregado de as estudar frequentemente, de acceitar as doentes e modo de as tomar, suas indicações e contra-indicações, as sazonas do anno mais convenientes para seu uso e as propriedades das mesmas de cada uma; de fazer do ponto de vista clinico e therapeutico, como se praticou em estabelecimentos therapeuticos de Europa e já foi proposto pela Commissão que em 1874 analysou as mesmas aguas? — Inspectoria Geral de hygiene, 14 de junho de 1888. — O Inspector Geral, Dr. Barros de Brito.

Compre. *Ant. Agostinho J. de Souza Lima*
Compre. *Dr. Barros de Brito*

Figura 5b - Oficio Ministério de Negocios Império de Brasil - hojas 2

2.ª Secção. Ministerio dos Negocios do Imperio.
N.º 206. Rio de Janeiro, em 16 de Junho de 1874

Remando o recibo do relatório que acompanha o officio de 25 de mez findo dos trabalhos concernentes ao exame das aguas minerais de Cudambi e de Dambary, e que a 1.ª e 2.ª das mesmas fontes com relação aos mesmos trabalhos e que tenham sido achado-me occasionalmente no meu officio e aquelle lugar.

Desse Grande a 1.ª de Junho
por Agostinho J. de Souza Lima

Em 2.ª de Agosto J. de Souza Lima

Figura 6 - Oficio del Ministerio de Negocios del Imperio de Brasil

Una vez realizadas las obras necesarias para el buen funcionamiento del balneario, se evidenció que internamente la construcción de la planta baja acoge un amplio hall central de entrada, salas de baño, masajes y otros tratamientos hidroterápicos, cuyo acceso es a través de pasillos dispuestos en alas laterales diferentes para el público masculino y femenino, así como la Administración (Foto 20).



Foto 20 - Balneario de Caxambu sin la torre del reloj
(Acervo Palace Hotel Caxambu)

Se destacan algunos revestimientos de piso en baldosas hidráulicas, de diferentes patrones decorativos y de pared en azulejos con decoración en motivos florales (Foto 21).

De esa época es la estación meteorológica de Caxambu, coronada por un espectacular reloj que luego sería trasladado al balneario (Foto 22).



Foto 21 - Baldosas hidráulicas del balneario de Caxambu
(Acervo del autor)



Foto 23 - Reloj de la estación meteorológica de Caxambu
(Acervo Palace Hotel Caxambu)

El balneario actual fue proyectado en Río de Janeiro por el arquitecto Alfredo Burnier aproximadamente en 1900, pero su edificación se inició solamente en 1910⁹⁵.

El edificio fue inaugurado en el inicio de los años 20, sin embargo, solamente al final de la década de 1940 se hizo una ampliación.

Su cuerpo principal se mantuvo con el aspecto original avanzado en relación a las laterales y recubierto por una cúpula convexa revestida por hojas metálicas. La portada es toda vedada por un gran vitral subdividido en paneles presentando motivos ornamentales y figuras alusivas a las aguas marinas, como "Neptuno" y "Nereidas", seguido de la inscripción de la fecha probable de la edificación: 1912.

Internamente la construcción de planta baja acoge un amplio hall central de entrada, salas de baño, masajes y otros tratamientos hidroterápicos, cuyo acceso es a través de pasillos dispuestos en alas laterales diferentes para el público masculino y femenino, así como la Administración. Se destacan algunos revestimientos de piso en baldosa hidráulica, de diferentes patrones decorativos y de pared en azulejos con decoración en motivos florales.

Después de asumir la administración del Parque de las Aguas en 1973, la HIDROMINAS (actual CODEMIG), realizó una gran reforma interna y externa del Balneario. Sus instalaciones, según el IEPHA, fueron ampliadas (Foto 23). En esta época también fue reformada la piscina en el ala femenina y fueron sustituidos los revestimientos del piso y de la pared de este tramo. Tal vez, por este motivo, cambiaron de lado las alas masculina y femenina, pasando a las mujeres el sector más decorado y a los hombres el uso de la piscina interna.

⁹⁵ Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais. Processo No. 108 de Tombamento do Conjunto Paisagístico e Arquitetônico do Parque das Águas de Caxambu. Informe final. Belo Horizonte: IEPHA-MG; 1998.



Foto 23 – Balneario actual (Acervo Artur Ianini)

En 2007 se inició una gran obra de revitalización cuya conclusión y reapertura fue el 05 de junio de 2010. Una amplia reforma que duró más de tres años incluyó la restauración de varios elementos del balneario y de las construcciones que integran el complejo. Vidrieras, pinturas, el hall principal, los pisos y azulejos, fueron restaurados. Las saunas fueron reconstruidas y el balneario recibió un mobiliario completamente nuevo (Fotos 24 a 26).

La piscina interna que antes pertenecía al ala masculina pasó a ofrecer uso mixto. Fue totalmente modificada, para ofrecer más accesibilidad y seguridad se construyó una rampa de acceso y pasamanos. Pasó a contar con cascadas, una bañera sumergida, distintos chorros de hidromasaje y un sistema de iluminación multicolor para promover los beneficios de la cromoterapia.



Foto 24 - Puerta de entrada del balneario (Acervo Artur Ianini)



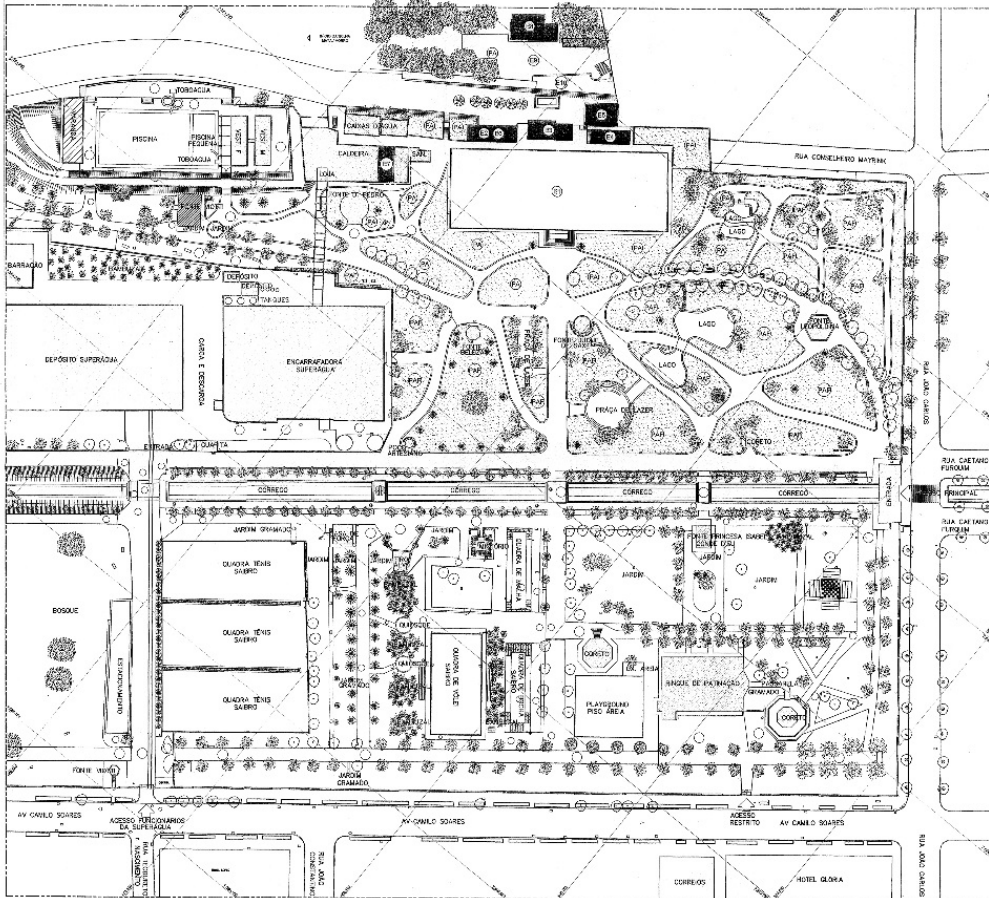
Foto 25 - Paneles delas vidrieras pintadas (Acervo Artur Ianini)



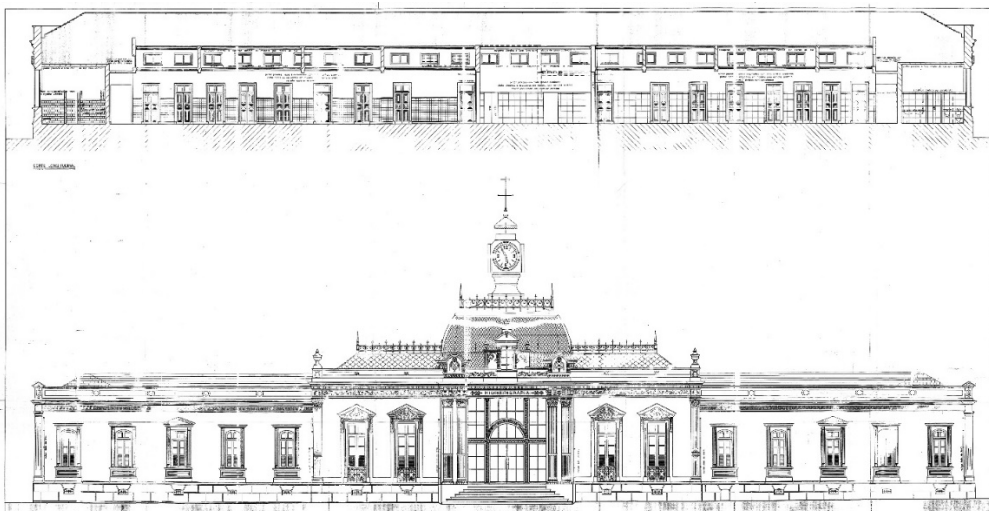
Foto 26 - Cúpula con reloj y abajo la inscripción "Hydrotherapia"
(Acervo Artur Ianini).

Los Planos 6 a 11 ilustran, a través de planes arquitectónicos de intervención, es decir, algunas de las principales obras de intervención estructural y restauración por la que pasó el balneario de Caxambu y su entorno.

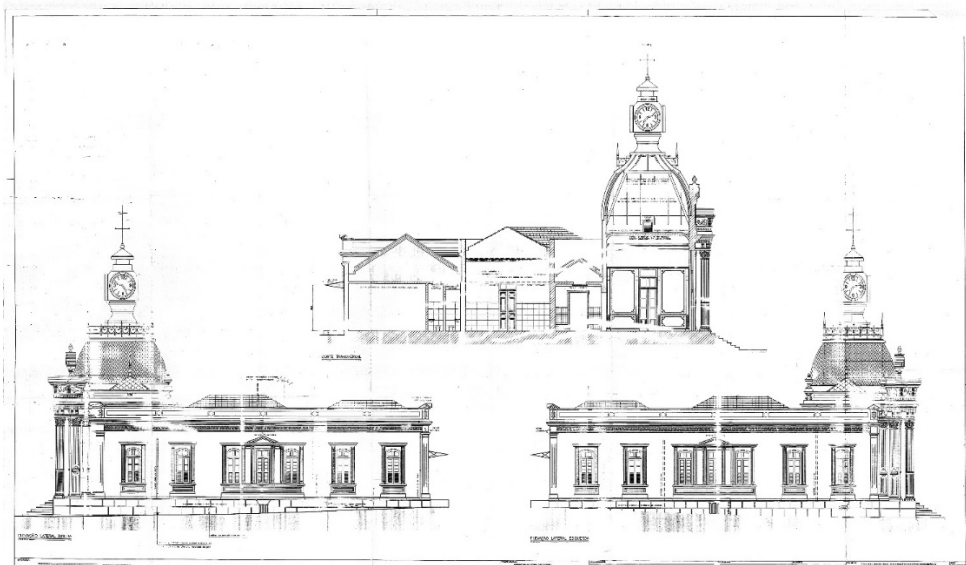
El Plano 6, refleja el plan de intervención en el Parque de Aguas y su entorno: áreas de edificación, áreas de intervención paisajística y áreas a ser edificadas. El Plano 7, recoge las áreas que deberían ser mantenidas, derribadas y futuramente construídas. El Plano 8, incluye la intervención en los nuevos aleros. Los Plano 9 y 10, muestran la completa restauración de la planta baja; y el Plano 11, los flujos de aguas desde la captación hasta los diferentes puntos de aplicación.



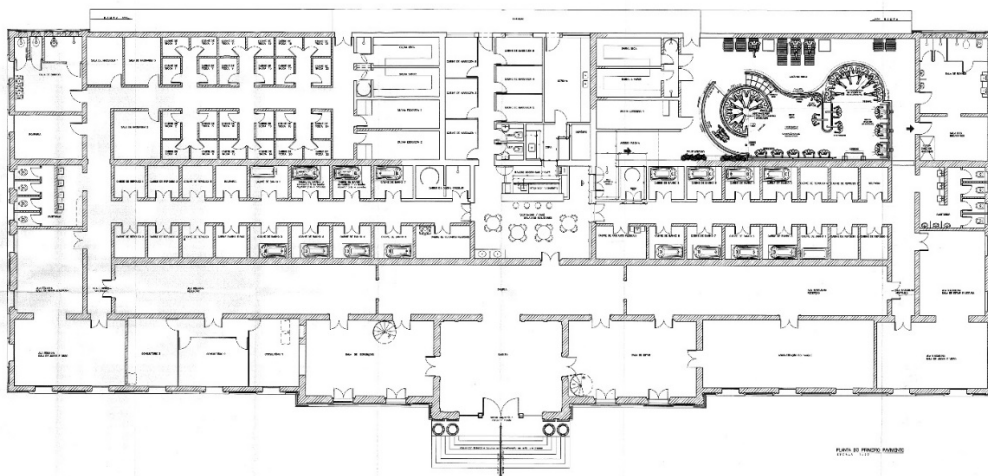
Plano 6 - Plan de intervención en el Parque de Aguas
[CODEMIG - Plan 01/01 de julio/2009]



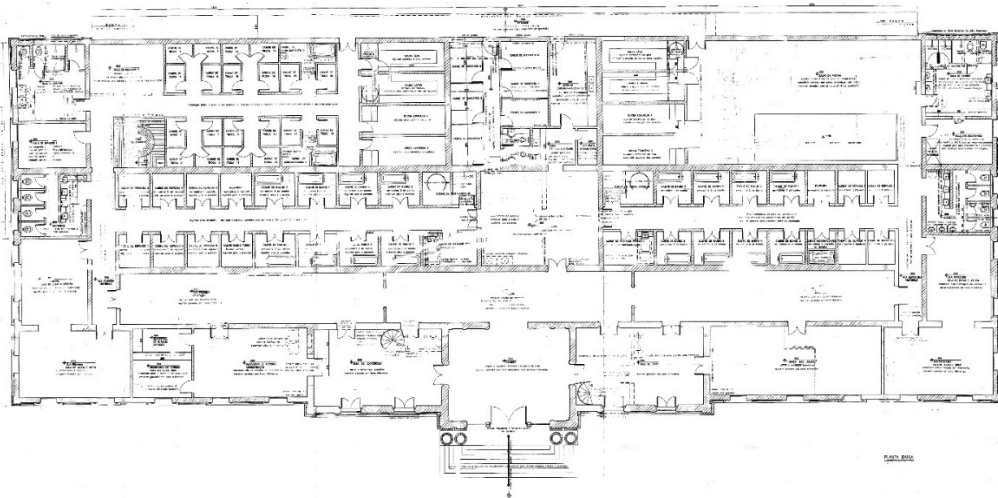
Plano 7 - Plan de intervención en el Parque de Aguas
[CODEMIG - Plan 02/06 de diciembre/2002]



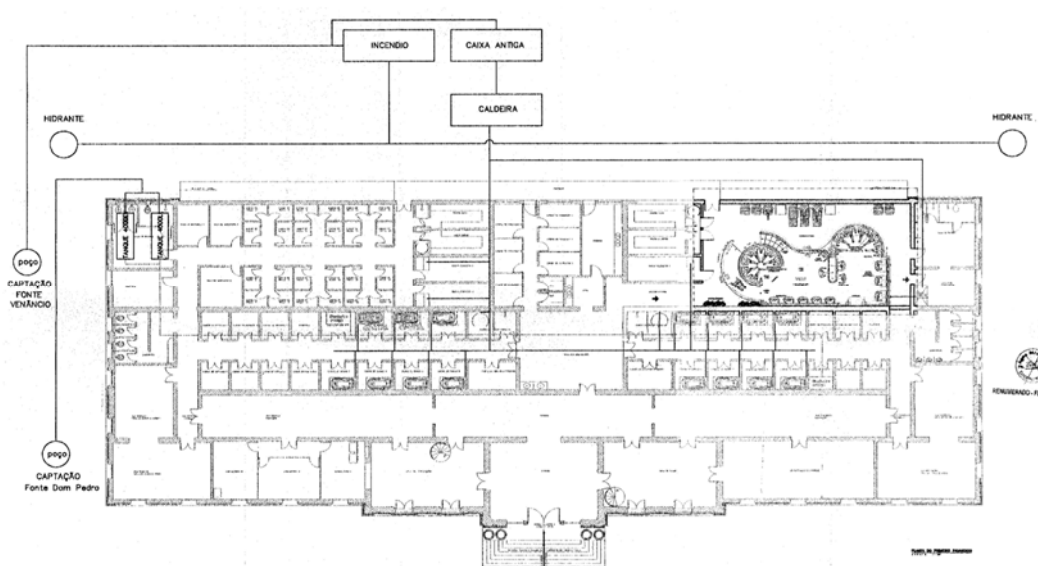
Plano 8 - Plan de intervención en el Parque de Aguas
[CODEMIG - Plan 04/06 de diciembre/2002]



Plano 9 - Plan de intervención en el Parque de Aguas
[CODEMIG - Plan 01/08 de noviembre/2007]



Plano 10 - Plan de intervención en el Parque de Aguas
 [CODEMIG - Plan 01/06 de Diciembre/2002]



Plano 11 - Plan de intervención en el Parque de Aguas
 [CODEMIG - Plan 01/01 de Diciembre/2002]

Al tiempo que las aguas mineromedicinales de los distintos manantiales que componen el Parque de Aguas se destinan exclusivamente al uso hidropínico, el balneario después de su restauración arquitectónica y cambio de equipamientos, se destinó en definitiva para un público que llega en busca de actividades de bienestar o de ocio. Mientras tanto, el exterior del balneario, o sea, la zona de los manantiales de agua mineromedicinal, sigue su trayectoria original de servir a la gente que allí concurre a estas aguas objetivando la cura de sus males orgánicos.

En las obras de restauración, aunque se trató de preservar la memoria histórica del balneario, el sector de baños masculinos y femeninos sufrió grandes transformaciones cambiando las viejas bañeras del inicio del siglo XX, de material semejante a la porcelana, sujetas a las deterioraciones del tiempo y pasibles de contaminación en sus fisuras, por bañeras modernas de material sintético, provistas de artefactos para emisión de luces coloridas (cromoterapia), control de temperatura y tiempo de permanencia para los baños (Fotos 27 y 28).



Foto 27 - Bañera inicio del siglo XX (Acervo del autor)



Foto 28 - Bañera actual (Acervo del autor)

Otros equipamientos, anteriormente usados para tratamientos termoterápicos, tal como el Horno de Bier, modelo 1030, confeccionado en madera y provisto de filamentos eléctricos, fueron retirados y reemplazados por otros modelos (Foto 29).



Foto 29- Horno de Bier (Acervo del autor)

Las llamadas duchas de superficie (chorros), también instaladas en el comienzo del siglo XX, difíciles de manejar y con gran consumo de energía eléctrica, fueron sustituidas por otras más modernas y que ocupan espacio reducido en el interior del balneario (Foto 30).



Foto 30 - Ducha escocesa (Acervo del autor)

La implantación de dos unidades de duchas Vichy con luces cromoterápicas, una en el sector masculino y otra en el femenino, otorgaron al balneario aires de modernidad (Foto 31).

En el sector de hidroterapia del balneario, la gran transformación se dio en la piscina. La antigua, que era pequeña y revestida de azulejos, fue reemplazada por una edificación moderna, con formas arredondeadas, de distintas profundidades y revestidas con pastillas cerámicas de color verde, crema y azul. Dispone de Chorros laterales en distintos niveles y una cascada en "cuello de cisne" que completan su función hidroterápica (Foto 32).



Foto 31 - Ducha Vichy (Acervo Artur Ianini)

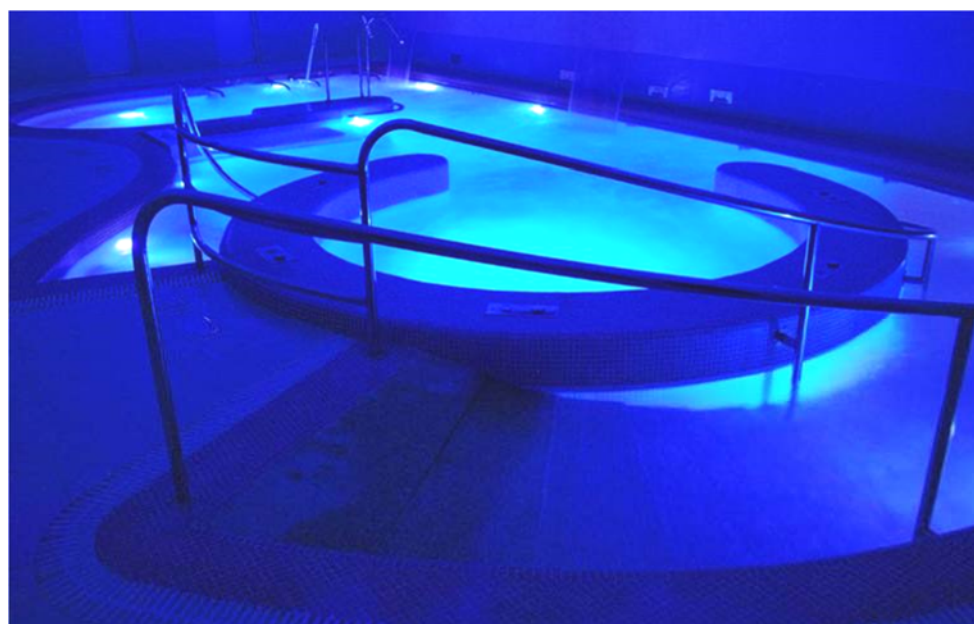


Foto 32- Piscina interna (Acervo del autor)

El balneario también tiene una piscina externa (Foto 33) mantenida con una mezcla de agua mineral de algunos manantiales del parque, pero debido al gran público que la frecuenta durante el verano, no es posible afirmar si el agua es, o no, tratada con productos químicos. En caso afirmativo, el agua dejaría de ser considerada "mineral", según el Código de Aguas Minerales del Brasil, y sería catalogada como agua potable para fines de recreación.



Foto 33 - Piscina externa (Acervo del autor)

En el interior del bosque que compone el conjunto paisagístico se encuentra un geiser (Geiser Floriano de Lemos) caracterizado por un pozo perforado, de aproximadamente 60 metros de profundidad, que entra en erupción periódicamente, lanzando una columna de agua (caliente o fría) hacia arriba de la superficie.

El geiser del Parque de Aguas de Caxambu no “explota” solamente por su temperatura (27,6°C), sino también por su alto contenido en carbónico libre acumulado en las capas más profundas del suelo.

Actualmente el geiser explota cada 5 o 6 horas, disponiendo una estructura fija bajo la forma de un “hongo”. Está ubicado en el interior del Parque y se le considera, además, como atracción turística, los agüistas, sin embargo, se ponen debajo “del hongo” para recibir su agua mineral en el tratamiento de patologías de la piel, entre ellas los eczemas y la psoriasis (Foto 34).



Foto 34- Geiser Floriano de Lemos (Acervo del autor)

Las intervenciones estructurales realizadas en el interior del balneario fueron proyectadas con la finalidad de mantener y preservar la memoria histórica del pabellón para las generaciones futuras. Las obras tuvieron la supervisión del IEPHA-MG (Instituto Estadual del Patrimonio Histórico y Artístico del Estado de Minas Gerais).

Médicos hidrólogos. Aun cuando se llamaba Agua Santa, la famosa estancia hidromineral ya tenía sus médicos hidrólogos para los enfermos que concurrían a los manantiales en busca de la cura para sus enfermedades. Dos nombres se destacaban en esta época, el de los doctores Teixeira Leal y Manuel Joaquim.

Ya en 1873, y hasta el inicio del siglo XX, otros dos ilustres médicos dominaron la clínica médica e hidrológica y regeneraron intereses políticos en la ciudad. Eran los Doctores Enout y Viotti. Sin conocimiento previo uno del otro, la coincidencia era de que sus padres habían venido de Europa en el mismo navío. El viejo Enout de Francia, y Viotti de Italia. Tuvieron dos hijos – Antonio Policarpo de Meireles Enout y Policarpo Rodrigues Viotti. Ambos ingresaron y cursaron la Facultad de Medicina, en Río de Janeiro, se graduaron el mismo día, en 1871. Se separaron por algún tiempo y posteriormente volvieron a encontrarse en Caxambu.

El Dr. Antonio Enout, el médico más antiguo de la ciudad, ejerció su profesión en Caxambu por lo menos 42 años, asistió a todas las transformaciones de la ciudad, desde Aguas Santa hasta el Caxambu Moderno.

El Dr. Policarpo Viotti, genio de la medicina y de la comunicación, estaba especializado en obstetricia, más aun en parto a fórceps, pero, altamente especializado en clínica médica, dotado de una inteligencia poco vulgar, características estas importantes para justificarse el éxito profesional que obtuvo en su carrera médica.

Trabajó incesantemente para que se obtuviera la pureza de los manantiales a través de adecuación a los sistemas de captación de las mismas, una vez que de estos parámetros dependía la integridad y la conservación de todos los elementos físicos y químicos de las aguas.

De esta manera surgía, en el medio local y nacional, una nueva autoridad en aguas mineromedicinales.

Posteriormente prestaron servicios en Caxambu el Dr. Jefferson de Oliveira, excelente cirujano, Dr. Capistrano Paiva, en cuyas manos se desvelaban todos los misterios de la clínica quirúrgica, y el Dr. Estevão de Rezende Enout, hijo del Dr. Enout.

La *Empresa das Aguas de Caxambu*, real concesionária del Parque de Aguas, con sede en Rio de Janeiro, a través de documento enviado al Dr. Floriano de Lemos en 3 de febrero de 1933⁹⁶ ya explicitaba su preocupación con el cuerpo de baños del balneario municipal y la manera como los médicos locales ocupaban los horarios disponibles para atención al público que allí concurría en búsqueda de consultas y tratamientos médicos. Para la *Empresa*, era fundamental que la ocupación de los consultorios médicos y la presencia de estos profesionales ocurriesen de manera regular, en dos turnos (mañana y tarde), principalmente en las dos estaciones del año cuya frecuencia de público aguista ocurría en mayor intensidad. No había impedimento para que cada médico del balneario ejerciera sus actividades en su consultorio privado.

Dicho documento (Figuras 7 a y b) describe, con detalles, todas las normativas impuestas por la *Empresa de Aguas de Caxambu*, con la finalidad de que el cuerpo médico de baños actuase dispensando la mejor atención posible al público que iba en búsqueda de tratamiento. No se permitían fallos en los turnos de consultas en los horarios de funcionamiento de los consultorios médicos dentro del balneario.

⁹⁶ Lemos ML. Fonte Floriano de Lemos II: Caxambu, de água santa a patrimônio estadual. Caxambu: Ed. Maria de Lourdes Lemos; 2007. p. 198-9.

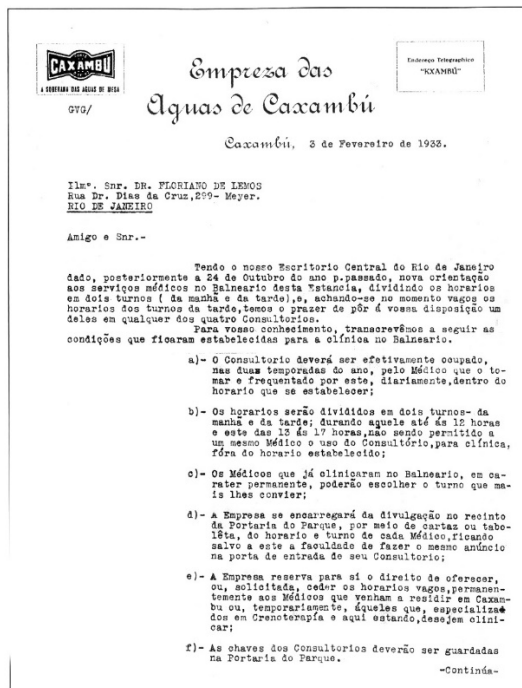


Figura 7a - Documento de la Empresa Aguas de Caxambu - hojas 1

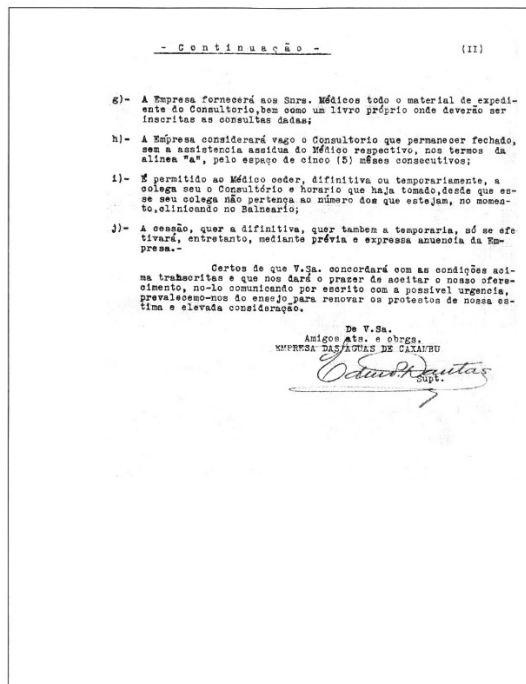


Figura 7b - Documento de la Empresa Aguas de Caxambu - hojas 2

En el suplemento Crónica Científica del *“Correio da Manhã”*, diario de Río de Janeiro, de 23 de agosto de 1959, el Dr. Floriano de Lemos, médico y periodista local, menciona que la clínica en Caxambu está siendo ejercida, en escala mayor, por los Doctores Mário Milward, Francisco Viotti y Lysandro Guimarães, residentes en la estancia, integrantes del cuerpo de médicos de la Empresa de Aguas y que atienden a los aguistas y lugareños, prestando a todos asistencia profesional. La mayor intensidad de trabajo se daba en los meses de marzo y septiembre, considerados los meses de “las estaciones de aguas”, donde se dedicaban a la atención de la gente que venía en búsqueda de tratamiento crenoterápico, pero también a los lugareños, que eran sus pacientes por todo el año.

También se destacó el Dr. H. Monat, autor del libro *“Caxambu”*, en 1894⁹⁷, donde ilustra con extrema propiedad la evolución urbana de la ciudad, la terapéutica con las aguas, aspectos geológicos locales, la captación de los manantiales, el envasado de agua y aspectos interesantes relacionados a la hidrología como un todo. Estas consideraciones, de extrema importancia en la época de su publicación, repercutieron en los medios científicos, principalmente en lo que decía respecto a la caracterización de las aguas y sus efectos medicinales, que fueron contestadas en el ámbito científico por el Profesor Doctor Souza Lima, eminente médico de la Corte Imperial y posteriormente de la República, profesor de Química Orgánica y Farmacia en la Escuela de Medicina de Río de Janeiro. La contestación se dió con la publicación, en 1895, del libro *“Caxambu, O livro do Sr. Dr. H. Monat – Critica e refutação pelo Dr. Souza Lima”*. La gran crítica se resumía en las características químicas de la Fuente Duque de Saxe, donde el Dr. H. Monat destacaba su calidad como “agua sulfurosa” y el Dr. Souza Lima contradecía Monat alegando que la cantidad de sulfhídrico era ínfima.

⁹⁷ Monat H, op. cit.

Aun así, este manantial durante muchos años recibió millares de aguistas en búsqueda de sus efectos benéficos en patologías del estómago, intestino, hígado, vesícula biliar, etc.

Otro médico que se destacó en práctica médica local fue el Dr, Agostinho José de Souza Lima, editor de obras científicas, miembro de la Academia Nacional de Medicina. Se destacó como el primer Profesor de Medicina Legal de la Facultad Nacional de Derecho. A él se debe el trabajo serio y de profundo interés científico dedicado a los análisis y estudio de los manantiales. Después de su fallecimiento, su sillón en la Academia Nacional de Medicina fue ocupada por otro médico y científico caxambuense, el Dr. Floriano de Lemos.

Ya en la mitad del siglo XX, se destaca la actividad profesional del Dr. Abelardo Sá Guedes, hijo de familia tradicional en Caxambu, eminente clínico y que supo, con extrema sapiencia y elocuencia, asociar el uso de las aguas mineromedicinales del Parque de Aguas a la alopátia convencional iniciada en el período de grandes descubrimientos medicamentosas, como la penicilina y la cortisona.

VII. RESULTADOS - ESTUDIO DE LAS FUENTES

Caxambu, en la actualidad, cuenta con un Parque Hidrotermal (Parque de Aguas "Dr. Lisandro Carneiro Guimarães") ubicado en el centro de la ciudad con una extensión territorial aproximada de doce hectáreas, visitado por turistas del Brasil y de países vecinos.

En su interior brotan manantiales de agua mineromedicinal, cercanas entre sí, con características físicas y fisicoquímicas diferentes entre ellas.

La mayoría recibe el nombre de miembros de la Casa Imperial Brasileña del período postcolonial portugués en Brasil. Como por ejemplo: Fuente Don Pedro II, Duque de Saxe, Princesa Isabel, Conde d'Eu, Doña Leopoldina, etc. y cuya finalidad es solamente la práctica de la cura hidropinica, realizada, en la actualidad, a veces de forma desordenada, empírica y sin orientación médica.

En este Parque se encuentra un bellissimo Balneario cuya actividad comenzó en el siglo XIX, siendo propiedad de la CODEMIG – Compañía de Desarrollo Económico de Minas Gerais – concedido como préstamo a la Municipalidad de Caxambu. En 2010 entregaron el Balneario totalmente restaurado arquitectónicamente y con modernas instalaciones hidroterápicas.

Piscinas con agua mineral, interna en el Balneario y externa anexada al mismo, componen el Complejo Hidrotermal, así como un Geiser ubicado en el interior del Parque que se hace evidente con la explosión de agua carbónica cada cinco ó seis horas, resultado de la presión de CO₂ en el interior del acuífero.

Con el propósito de iniciar este capítulo del estudio de los diferentes manantiales de aguas mineromedicinales distribuidos en el Parque de Aguas de Caxambu, bajo la óptica de la Hidrología Médica y con la finalidad de proceder a un estudio detallado de sus propiedades terapéuticas, iniciaremos este capítulo con los siguientes tópicos:

1- Antecedentes;

2 - Arquitectura;

3 – Análisis y clasificación.

En los antecedentes se tratará de la historia de cada fuente, los personajes involucrados en su captación, así como como, de las personas que de una manera u otra se ocuparon de divulgar el potencial de cada una estas aguas minerales.

En el tópico de arquitectura nos ocuparemos de explicar las características arquitectónicas que sortearon la edificación de los templetos y de otras edificaciones del Parque de Aguas de Caxambu.

Los análisis fisicoquímicos de las aguas minerales y su clasificación final siguen las directrices de los Vademecum de Aguas Minerales Españolas⁹⁸⁻⁹⁹.

En este estudio de las fuentes, se mencionara solamente sus principales vías de utilización. Las acciones, técnicas crenoterápicas utilizadas y contraindicaciones serán tratados de forma global, en el capítulo de discusión.

VII.A. FUENTE BELEZA

Antecedentes¹⁰⁰. Este manantial, conocido anteriormente como Fuente Intermitente, fue perforado en 1866 por el Dr. Policarpo Viotti.

⁹⁸ Armijo F, Hurtado I, Maraver F. Aguas mineromedicinales españolas. In: Maraver F, Aguilera L, Armijo F, Martín AI, Meijide R, Soto J. Vademecum de Aguas Mineromedicinales Españolas. Madrid: ISCIII. 2003, 37-293.

⁹⁹ Maraver F, Hurtado I, Armijo F. Aguas mineromedicinales españolas. In: Maraver F, Armijo F. Vademecum II de Aguas Mineromedicinales Españolas. Madrid: Ed. Complutense. 2010, 53-296.

¹⁰⁰ Monat H, op. cit.

La Fuente Beleza permaneció inoperante y seca durante muchos años y súbitamente volvió a lanzar chorros intermitentes y de "gran belleza", motivo por el cual recibió el nombre de Fuente Beleza, en español, Belleza, por la admiración que causaba.

Arquitectura. Al igual que las fuentes Duque de Saxe y Doña Leopoldina, por su estilo arquitectónico se asemejan a las fuentes francesas muy utilizado en aquellos tiempos. El proyecto es del año 1913 y de origen belga.

Surgiendo como sistema constructivo en los finales del siglo XVIII, el hierro protagonizó, en gran parte, el desarrollo de la arquitectura del siglo XIX y XX, permitiendo una gran economía de medios y tiempo, así como una gran libertad de formas e innumerables posibilidades estructurales. La arquitectura con hierro encontró en ingenieros como Gustavo Eiffel algunos de sus mejores proyectistas¹⁰¹.

El hierro, que hasta entonces era utilizado en la arquitectura como elemento de decoración, pasa a ser empleado como hierro fundido, que permitió una gran libertad en la confección de diferentes elementos de soporte (Foto 35).

La importación de productos europeos para la arquitectura realizada en hierro, ocurrió durante la dependencia económica y cultural que los países subdesarrollados mantuvieron al final del siglo XIX e inicio del siglo XX. La gran mayoría de las edificaciones de los pabellones del parque de Aguas de Caxambu utilizaron de ejemplares prefabricados¹⁰². En Caxambu, los pabellones de hierro que integran el parque poseen formato casi circular.

¹⁰¹ Infopedia.pt [pagina en internet]. Porto: Porto Editora; 2003-13 [citado 9 jul 2012]. Arquitetura do Ferro; [aprox. 2 pantallas]. Disponible en: [http://www.infopedia.pt/\\$arquitetura-do-ferro](http://www.infopedia.pt/$arquitetura-do-ferro)

¹⁰² Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais. Processo No. 108 de Tombamento do Conjunto Paisagístico e Arquitetônico do Parque das Águas de Caxambu. Informe final. Belo Horizonte: IEPHA-MG; 1998.



Foto 35 - Rejas y pilastras en hierro fundido (Acervo del autor)

En la arquitectura estructural de los “pabellones” relatada en este trabajo hubo una importante influencia de las costumbres europeas, resultando edificaciones al estilo *“rural europeo”*, como los llamados *“chalets suizos”*. En el último cuarto del siglo XIX, la designación *“chalet”* servía simultáneamente para pabellones de fuentes o de artículos diversos, y que posteriormente fueron conocidos como quioscos.

Se trata de una pequeña edificación hexagonal, con techo en forma de cúpula pintada, elevado sobre pilastras de hierro fundido. El acceso al interior del manantial es a través de una escalera con nueve escalones y pasamanos de hierro. Alrededor del manantial se ven azulejos decorativos. El plano de edificación sigue el modelo *“Pavillon pour la 4me. Source”*, con sello de la *“Societè Anonyme des Acéries D’Angleur Tilleur-Belgique”*, fechado en 16/01/1913 (Fotos 36 a 38).

Análisis y clasificación. El agua de este manantial (Tabla 11 y Gráficos 2 a 4), desde el punto de vista de la Hidrología Médica, la podemos clasificar como hipotermal, de mineralización fuerte, bicarbonatada, sódica, cálcica, magnésica, ferruginosa y carbogaseosa



Foto 36 - Fuente Beleza – Fachada hexagonal (Acervo del autor)



Foto 37 - Fuente Beleza - Cúpula de hierro (Acervo del autor)



Foto 38 - Fuente Beleza – Manantial (Acervo del autor)

BALNEARIO DE CAXAMBU							
MANANTIAL: FUENTE BELEZA							
SITUACIÓN	POBLACIÓN: CAXAMBU						
	PROVINCIA: MINAS GERAIS / BRASIL						
ANÁLISIS ORGANOLEPTICO							
SABOR	INSÍPIDO						
OLOR	INODORO						
COLOR	INCOLOR						
PROPIEDADES FISICOQUIMICAS							
TEMPERATURA				° C	24,7		
CONDUCTIVIDAD a 25 °C				μS cm ⁻¹	2060		
pH a temperatura del manantial					6,18		
TURBIDEZ				UM	1		
RESIDUO SECO a 180 °C							
mg/L				1612			
SUSTANCIAS DISUELTAS							
ANIONES				CATIONES			
	mg/L	meq/L	%meq		mg/L	meq/L	%meq
Cl⁻	1,5	0,042	0,20	Na⁺	136	5,916	28,05
F⁻	2,6	0,137	0,66	K⁺	116	3,014	14,29
HCO₃⁻	1237,07	20,276	98,22	Li⁺	0,09	0,013	0,06
CO₃⁼	0,0	0,0	0,0	Ca⁺⁺	114,63	5,720	27,12
NO₃⁻	0,0	0,0	0,0	Mg⁺⁺	69,5	5,719	27,11
SH⁻	-	-	-	Sr⁺⁺	9,73	0,222	1,05
SO₄⁼	9	0,187	0,91	Fe total	13,7	0,491	2,33
GASES DISUELTOS							
CO₂	mg/L			280,07			
SH₂	mg/L						
PROPIEDADES DERIVADAS							
DUREZA	mg/L CO ₃ Ca			572,4			
ALCALINIDAD	mg/L CO ₃ Ca			1013,99			
CLASIFICACION							
Por su TEMPERATURA	HIPOTERMAL						
Por su MINERALIZACION	FUERTE						
Por su COMPOSICION	BICARBONATADA, SÓDICA, CÁLCICA, MAGNÉSICA, FERRUGINOSA Y CARBOGASEOSA						
Por su DUREZA	EXTREMADAMENTE DURA						

Tabla 11 - Fuente Beleza. Características fisicoquímicas

Así como la mayoría de las aguas que contienen bicarbonato y calcio¹⁰³⁻¹⁰⁴, esta fuente se destaca por presentar otros minerales responsables por innumerables acciones terapéuticas en el organismo humano.

¹⁰³ Armijo M. Aguas bicarbonatadas. En: Armijo M, San Martín J. Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia. Madrid: Ed. Complutense. 1994, 259-267.

¹⁰⁴ Messina B, Grossi F. Acque bicarbonate. In: Elementi di Idrologia Medica. Roma: Soc. Ed. Universo. 1984, 119-126.

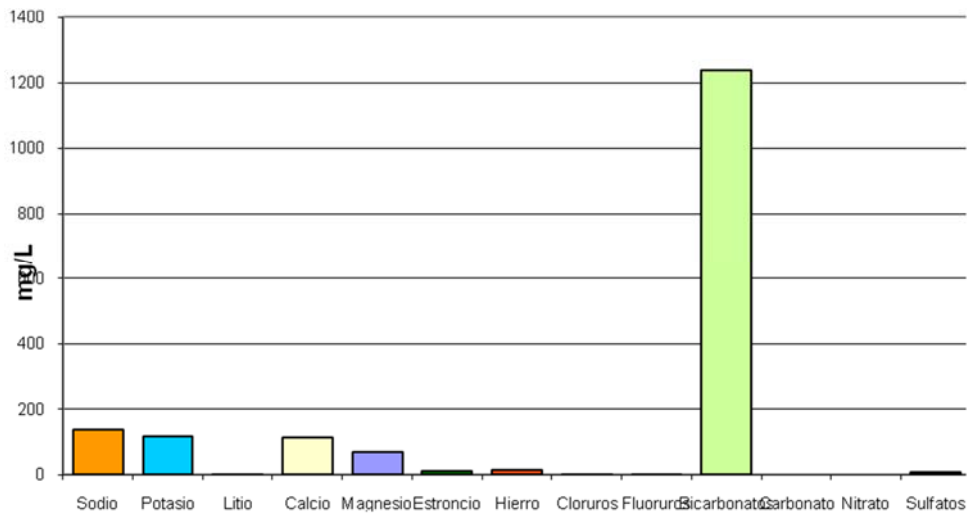


Gráfico 2 - Fonte Beleza. Representação de los valores em mg/L

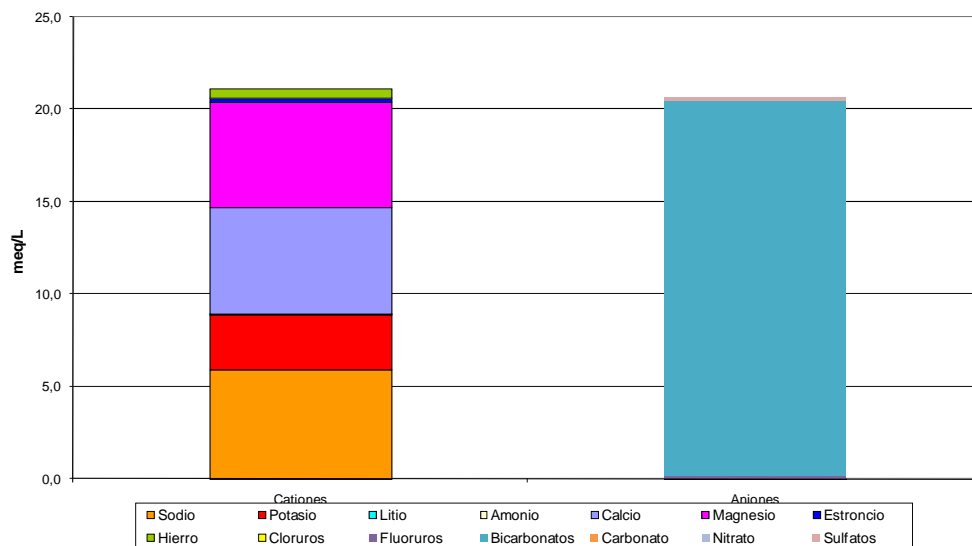
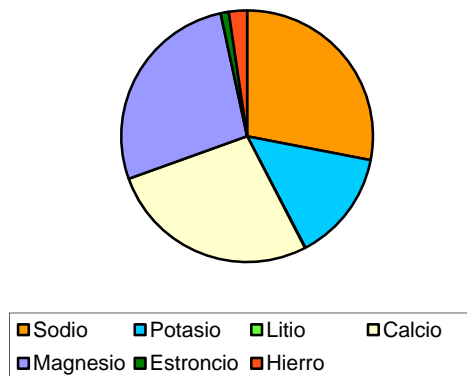


Gráfico 3 - Fonte Beleza. Cátions e ânions em mEq/L

El ión bicarbonato, en las aguas minerales de Caxambu, es originario de la disolución de los carbonatos existentes en las rocas acuíferas por las aguas infiltradas y enriquecidas con ácido carbónico seguido de ácidos húmicos y fúlvicos del suelo¹⁰⁵.

¹⁰⁵ Secretaria de Minas e Energia do Estado de Minas Gerais. Estudos Geoambientais das Fontes Hidrominerais de Cambuquira, Caxambu, Conceição do Rio Verde, Lambari e São Lourenço. Informe final. Belo Horizonte (MG): SMEEMG; 1999.

(% meq/L Cationes)



(% meq/L Aniones)

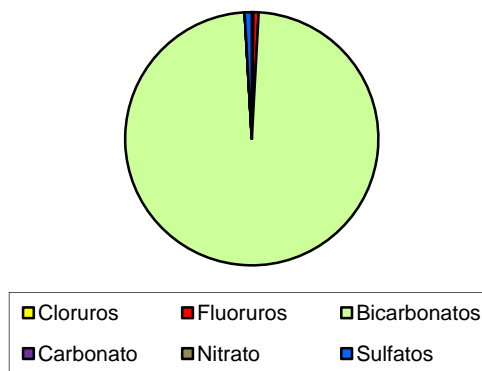


Gráfico 3 - Fuente Beleza. Cationes y aniones % mEq/L

Este anión se comporta como elemento mineral frecuente en las aguas mineromedicinales y suele estar acompañado de otros cationes, tales como sodio, calcio y magnesio¹⁰⁶, cuya predominancia permite clasificar en aguas bicarbonatadas cálcicas y magnésicas.

El agua de la Fuente Beleza esta indicada para cura hidropinica y balneoterapia.

¹⁰⁶ Nappi G. Medicina e Clinica Termale. Pavia: Selecta Medica. 2001.

VII.B. FUENTE ERNESTINA GUEDES

Antecedentes. La fuente lleva este nombre en honor de Ernestina Guedes, cuya familia inició sus actividades comerciales en Caxambu en año 1876, participando eficazmente en el desarrollo de la historia caxambuense.

Hija de José Maria Costa Guedes y Ana Nonata Ribeiro Guedes, nació en el día 29 de junio de 1883. Doña Ernestina Guedes contrajo matrimonio con el Señor Reinaldo Guedes, tuvieron hijos, entre ellos el Doctor Abelardo Sá Guedes, médico hidrólogo, que durante el ejercicio de su vida profesional ennobleció el uso de las aguas mineromedicinales del Parque de Caxambu.

El nombre dado a la fuente de agua mineral es un homenaje a la familia que desde 1876 contribuyó tanto al desarrollo de la ciudad de Caxambu y para la divulgación de su potencial hidrotermal.

Arquitectura. La Fuente Ernestina Guedes fue descubierta en el año 1950 y su edificación, con líneas sencillas, posee techo en albañilería apoyado en pilares redondos, piso de pizarra con tres asientos de espera. La fuente se encuentra en un nivel por debajo de la calle y está en un cuerpo estrellado de donde chorrea el agua. El acceso se hace por dos escaleras que poseen diecisiete escalones cada una y pasamanos con rejas de hierro (Fotos 39 a 41).

Análisis y clasificación. El agua de este manantial la podemos clasificar, desde el punto de vista de la Hidrología Médica, como un agua mineral hipotermal, de mineralización fuerte, bicarbonatada cálcica y carbogaseosa (Tabla 12 y Gráficos 5 a 7).



Foto 39 - Fuente Ernestina Guedes - Panorámica (Acervo del autor)



Foto 40 - Fuente Ernestina Guedes - Manantial (Acervo del autor)



Foto 41 - Fuente Ernestina Guedes (Acervo del autor)

BALNEARIO DE CAXAMBU							
MANANTIAL ERNESTINA GUEDES							
SITUACIÓN	POBLACIÓN: CAXAMBU						
	PROVINCIA: MINAS GERAIS / BRASIL						
ANÁLISIS ORGANOLEPTICO							
SABOR	INSÍPIDO						
OLOR	INODORO						
COLOR	INCOLOR						
PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS							
TEMPERATURA			° C	24,3			
CONDUCTIVIDAD a 25 °C			µS cm ⁻¹	2042,4			
pH a temperatura del manantial				6,12			
TURBIDEZ			UN	1			
RESIDUO SECO a 180 °C							
mg/L		1727					
RESIDUO SECO a 110 °C							
mg/L							
SUSTANCIAS DISUELTAS							
ANIONES				CATIONES			
	mg/L	meq/L	%meq		mg/L	meq/L	%meq
Cl⁻	0,5	0,014	0,07	Na⁺	118	5,133	23,76
F⁻	2,6	0,137	0,63	K⁺	89,1	2,315	10,71
HCO₃⁻	1311,27	21,492	99,21	Li⁺	0,08	0,012	0,05
CO₃⁼	0,0	0,0	0,0	Ca⁺⁺	157,11	7,840	36,29
NO₃⁻	0,0	0,0	0,0	Mg⁺⁺	72,9	5,999	27,77
SH⁻	-	-	-	Sr⁺⁺	7,38	0,168	0,78
SO₄⁼	1	0,021	0,10	Fe total	3,83	0,137	0,63
GASES DISUELTOS							
CO₂			mg/L	257,1			
SH₂			mg/L	-			
PROPIEDADES DERIVADAS							
DUREZA			mg/L CO ₃ Ca	692,5			
ALCALINIDAD			mg/L CO ₃ Ca	1074,81			
CLASIFICACION							
Por su TEMPERATURA	HIPOTERMAL						
Por su MINERALIZACION	FUERTE						
Por su COMPOSICION	BICARBONATADA, SÓDICA, CÁLCICA, MAGNÉSICA Y CARBOGASEOSA						
Por su DUREZA	EXTREMADAMENTE DURA						

Tabla 12- Fuente Ernestina Guedes - Características físico-químicas

El agua de la Fuente Ernestina Guedes esta indicada para la cura hidropinica, la balneoterapia hipotermal e inhalaciones.

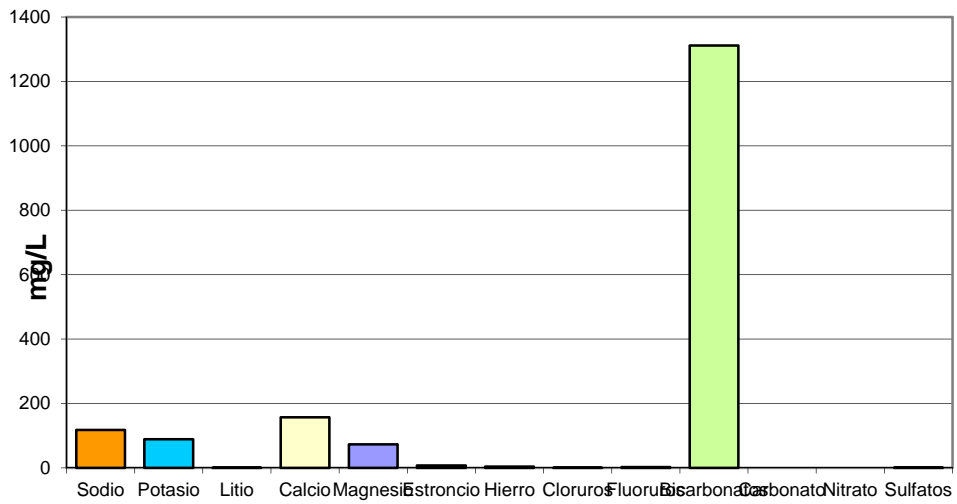


Gráfico 5- Fuente Ernestina Guedes. Representación valores en mg/L

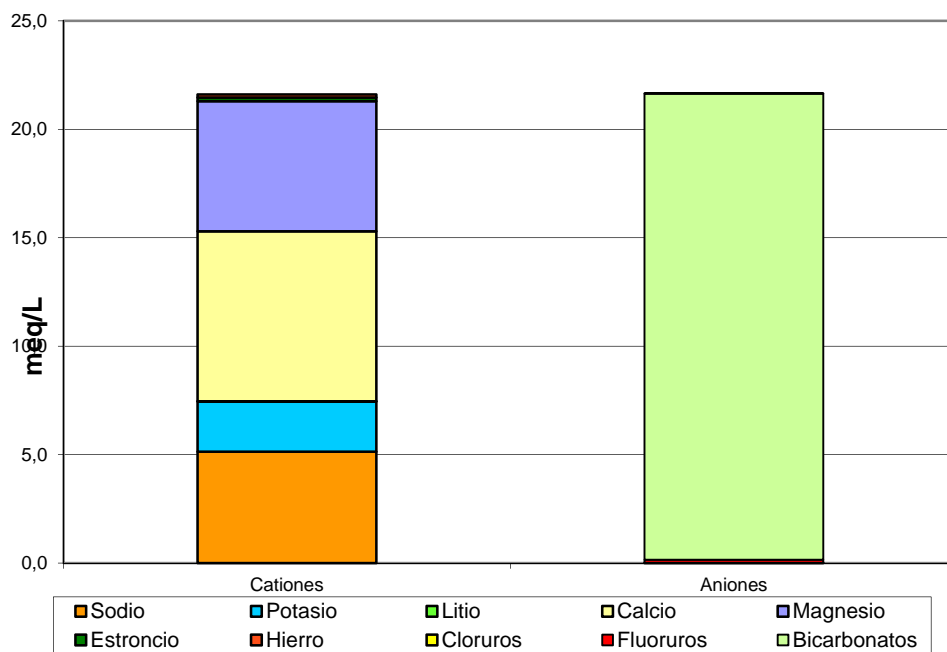
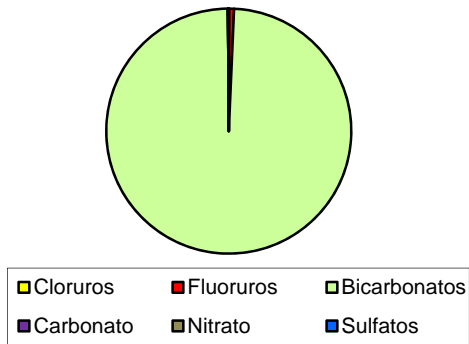


Gráfico 6- Fuente Ernestina Guedes. Cationes y aniones en mEq/L

(% meq/L Aniones)



(% meq/L Cationes)

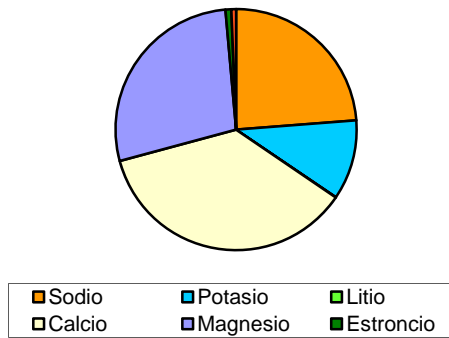


Gráfico 7- Fuente Ernestina Guedes. Cationes y aniones % mEq/L

VII.C. FUENTE MAYRINK 1, 2 Y 3

Antecedentes. El Concejal Francisco de Paula Mayrink era, al final del siglo pasado, un ciudadano con notables actividades en el país.

Las fuentes Mayrink fueron captadas en 1912, según documentos oficiales. La Empresa de Caxambu invitó, para analizarlas, al Profesor General César Diogo que trajo como colaborador al Doctor Esteves de Assis.

Los científicos llegaron a Caxambu el día 5 de agosto de 1912 y ya encontraron obras de captación de los manantiales. Esas fuentes ya eran conocidas, en la época, con el nombre que actualmente las caracterizan, en homenaje a los servicios prestados a esta estancia por el Concejal Francisco de Paula Mayrink.

Cuando el General César Diogo llegó para analizar los respectivos manantiales, las obras de captación ya habían empezado, pues cuenta el en sus memorias que había un gran pozo en el suelo midiendo 11 metros X 8,20 metros X 4,40 metros de profundidad , bien estacados para contener la tierra de las laterales. Venâncio tenía mucha práctica en estos trabajos de captación, pues estudió el lugar, el modo porque emergía el agua y la presencia de dos corrientes de agua arriba del nivel del fondo y que causaban una gran dificultad para la captación. Observó que de arriba para abajo, del medio de la mayor dimensión del pozo, corría una faja de materia esquistosa¹⁰⁷ que reaparecía en el lado opuesto, pero que nada probaba que se profundaría, tampoco que dividiría la roca del fondo. Venâncio sospechó que esta faja sería una división natural y entonces tuvo la idea de perforar la roca del fondo en dos puntos opuestos a la línea de la faja o septo, y a la distancia de

¹⁰⁷ Esquisto es una roca de color negro azulado que se divide con facilidad en láminas (Diccionario Esencial de la Lengua Española de la Real Academia Española. 1ª ed. Madrid (España): Espasa Calpe; 2006. Esquisto; p. 625

4,45 metros. Abrió dos pozos de 0,42 X 0,40 X 0,40 metros de profundidad.

Tanto en uno como en el otro, el agua afloraba y transbordaba con abundancia. Se percibía que entre los dos había una diferencia de nivel.

Se hicieron represas provisionarias para obtener la separación de las aguas y observar mejor el fenómeno en su totalidad. Por otro lado, los dos puntos laterales que ya fueron referenciados proporcionaban agua, uno de ellos con un chorro abundante.

Para el inicio de los trabajos, que buscaban principalmente distinguir y clasificar las aguas que emergían, de esto dependía el proseguimiento de la captación, Venâncio ya había hecho una nivelación de ladrillos y cemento en la parte que no perjudicaría la captación y había tomado otras providencias esperando el momento oportuno para captar agua en condiciones de hacer el análisis cualitativo. Venâncio, siempre cauteloso, consiguió aislar las aguas. Destacamos el valor de este método, teniendo en cuenta que la curiosidad de muchos se debate en indagar el porqué tres manantiales juntos pueden tener tantas diferencias entre ellos.

El General César Diogo, químico notable, Director del Laboratorio del Ejército en la época, ya había estado en Caxambu en 1893 junto con la Comisión nombrada por la Academia Nacional de Medicina y dio un parecer sobre el valor terapéutico de las aguas del Parque de Caxambu.

El testimonio de tan notable científico al reconocer el también notable trabajo de Venâncio da Rocha Figueiredo como maestro de captación, merece que sea revelado para que la historia de Caxambu mantenga siempre en sus gloriosas paginas el nombre de sus dedicados y abnegados bienhechores como ejemplo para ser seguido por las nuevas generaciones.

Arquitectura. Las Fuentes Mayrink están ubicadas bajo una edificación majestuosa, compuesta por una sala de espera para aproximadamente 30 personas, cuyo piso está constituido por azulejos antiguos decorados. El edificio posee 3 ventanas en arco protegidas por aleros. La escalera que da acceso a las fuentes posee 11 escalones, bordeados con balaustradas de hierro. Las fuentes drenan el agua a través de un caño y salen por una pequeña pileta cuadrada. La construcción, de forma cuadrada, se basa en la arquitectura del Arco de Triunfo, en Paris (Fotos 42 a 45).



Foto 42 – Fuentes Mayrink 1, 2 y 3 – Fachada frontal (Acervo autor)

Análisis y clasificación. Los aguas de los manantiales Mayrink 1, 2 y 3, se clasifican como carbogaseosas y con predominancia de los iones bicarbonato, calcio y sodio (Tablas 13 a 15 y Gráficos 8 a 16).



Foto 43 – Fuentes Mayrink 1, 2 y 3 – Colutorios y gargarismos (Acervo del autor).



Foto 44 - Fuentes Mayrink 1, 2 y 3 – Manantiales (Acervo del autor)

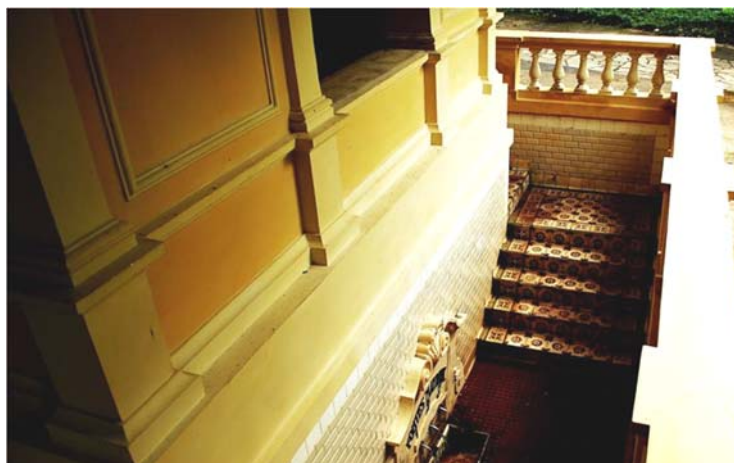


Foto 45 - Fuentes Mayrink 1, 2 y 3 – Escalera de acceso (Acervo del autor).

BALNEARIO DE CAXAMBU							
MANANTIAL: MAYRINK 1							
SITUACIÓN	POBLACIÓN: CAXAMBU						
	PROVINCIA: MINAS GERAIS / BRASIL						
ANÁLISIS ORGANOLEPTICO							
SABOR	INSÍPIDO						
OLOR	INODORO						
COLOR	INCOLOR						
PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS							
TEMPERATURA				° C	24,8		
CONDUCTIVIDAD a 25 °C				μS cm ⁻¹	150,5		
pH a temperatura del manantial					5,07		
TURBIDEZ				UN	0,02		
RESIDUO SECO a 180 °C							
mg/L				113,22			
SUSTANCIAS DISUELTAS							
ANIONES				CATIONES			
	mg/L	meq/L	%meq		mg/L	meq/L	%meq
Cl⁻	0,13	0,004	0,22	Na⁺	8,22	0,358	21,38
F⁻	0,27	0,014	0,85	K⁺	10,71	0,278	16,64
HCO₃⁻	100,64	1,649	98,12	Li⁺	0,015	0,002	0,13
CO₃⁼	0,0	0,0	0,0	Ca⁺⁺	15,98	0,797	47,68
NO₃⁻	0,11	0,002	0,11	Mg⁺⁺	2,69	0,221	13,24
SH⁻	-	-	-	Sr⁺⁺	0,64	0,015	0,87
SO₄⁼	0,57	0,012	0,71	Fe total	0,028	0,001	0,06
GASES DISUELTOS							
CO₂	mg/L			1259,41			
SH₂	mg/L			-			
PROPIEDADES DERIVADAS							
DUREZA	mg/L CO ₃ Ca			51			
ALCALINIDAD	mg/L CO ₃ Ca			82,49			
CLASIFICACION							
Por su TEMPERATURA	HIPOTERMAL						
Por su MINERALIZACION	MUY DEBIL						
Por su COMPOSICION	Iones predominantes; bicarbonato, calcio y sódio, CARBOGASEOSA						
Por su DUREZA	MUY BLANDA						

Tabla 13 – Fuente Mayrink 1. Características físico-químicas

Según Catalán¹⁰⁸, la presencia del carbónico libre (CO₂) en estas aguas se da a través de la solución bicarbonatada concentrada durante el proceso de disolución de los carbonatos existentes en las rocas. Esta solución, en contacto con un ambiente ácido y reductor, resultante de

¹⁰⁸ Catalán J. Química del agua. Madrid: Ed. Blume. 1969.

la materia orgánica vegetal en descomposición, favorecería el predominio de anhídrido carbónico.

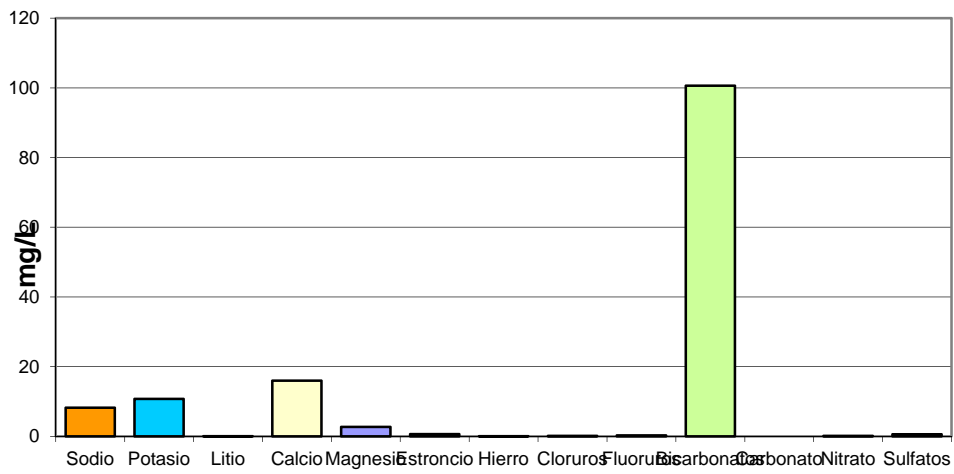


Gráfico 8- Fuente Mayrink 1. Representación de los valores en mg/L

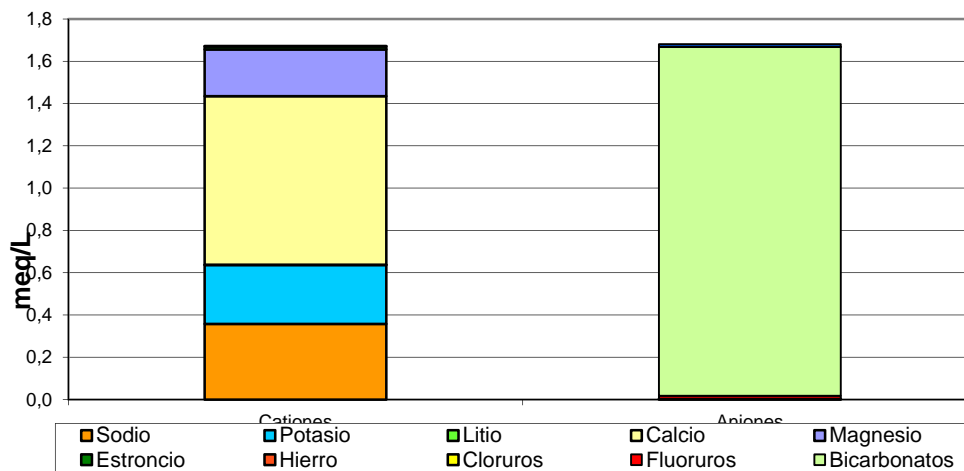
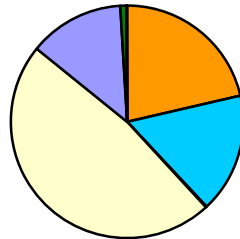


Gráfico 9- Fuente Mayrink 1. Cationes y aniones en mEq/L

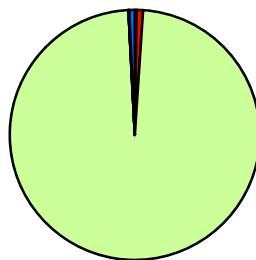
La respiración de los microorganismos existentes en los sedimentos también contribuye para el aporte de anhídrido carbónico en estas aguas.

(% meq/L Cationes)



■ Sodio	■ Potasio	■ Litio
■ Calcio	■ Magnesio	■ Estroncio
■ Hierro		

(% meq/L Aniones)



■ Cloruros	■ Fluoruros	■ Bicarbonatos
■ Carbonato	■ Nitrato	■ Sulfatos

Gráfico 10- Fuente Mayrink 1. Cationes y aniones % mEq/L

BALNEARIO DE CAXAMBU							
MANANTIAL: MAYRINK 2							
SITUACIÓN	POBLACIÓN: CAXAMBU						
	PROVINCIA: MINAS GERAIS / BRASIL						
ANÁLISIS ORGANOLEPTICO							
SABOR	INSÍPIDO						
OLOR	INODORO						
COLOR	INCOLOR						
PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS							
TEMPERATURA				° C	25,7		
CONDUCTIVIDAD a 25 °C				μS cm ⁻¹	148,4		
pH a temperatura del manantial					5,72		
TURBIDEZ				UN	0,02		
RESIDUO SECO a 180 °C							
mg/L		104,37					
RESIDUO SECO a 110 °C							
mg/L							
SUSTANCIAS DISUELTAS							
ANIONES				CATIONES			
	mg/L	meq/L	%meq		mg/L	meq/L	%meq
Cl⁻	0,12	0,003	0,22	Na⁺	7,35	0,320	21,25
F⁻	0,24	0,013	0,82	K⁺	10,3	0,268	17,79
HCO₃⁻	91,49	1,5	97,89	Li⁺	0,01	0,001	0,10
CO₃⁼	0,0	0,0	0,0	Ca⁺⁺	14,08	0,703	46,70
NO₃⁻	0,26	0,004	0,27	Mg⁺⁺	2,43	0,200	13,29
SH⁻	-	-	-	Sr⁺⁺	0,57	0,013	0,87
SO₄⁼	0,58	0,012	0,79	Fe total			
GASES DISUELTOS							
CO₂	mg/L			907,24			
SH₂	mg/L			-			
PROPIEDADES DERIVADAS							
DUREZA	mg/L CO ₃ Ca			45,2			
ALCALINIDAD	mg/L CO ₃ Ca			74,99			
CLASIFICACION							
Por su TEMPERATURA	HIPOTERMAL						
Por su MINERALIZACIÓN	MUY DEBIL						
Por su COMPOSICIÓN	Iones predominantes; bicarbonato, calcio y sodio, CARBOGASEOSA						
Por su DUREZA	MUY BLANDA						

Tabla 14 – Fuente Mayrink 2. Características físico-químicas

La solubilidad del carbónico tiene que ser considerada, aunque vale recordar que todo aumento de temperatura del agua hace con que aumente la pérdida del mismo¹⁰⁹.

¹⁰⁹ Armijo M. Aguas carbónicas o acídulas. En: Armijo M, San Martín J. Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia. Madrid: Ed. Complutense. 1994, 269-278.

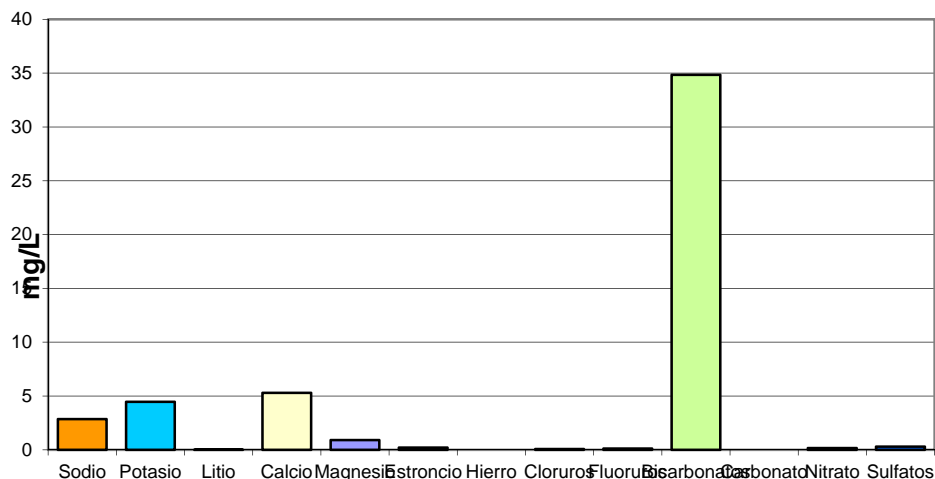


Gráfico 11- Fuente Mayrink 2. Representación de los valores en mg/L

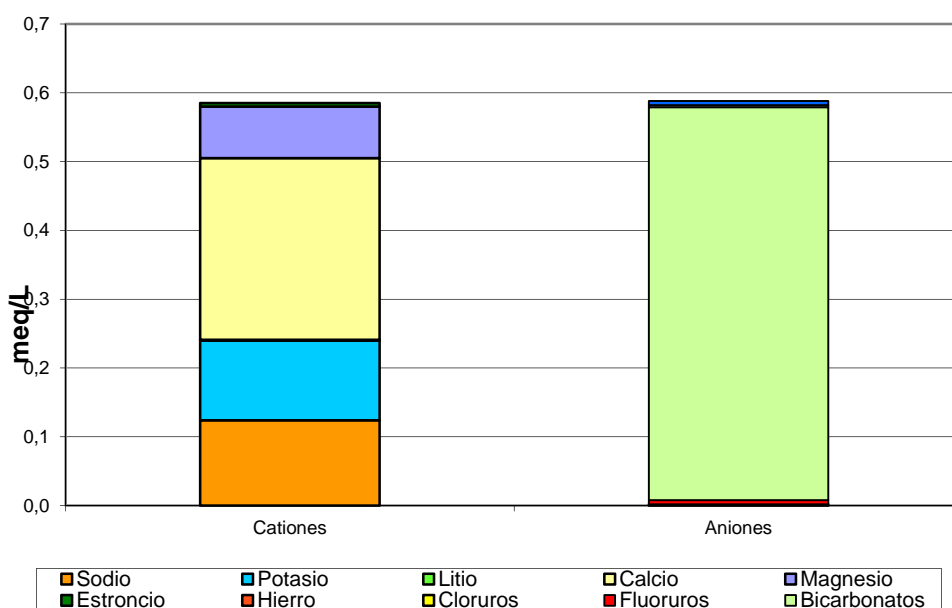
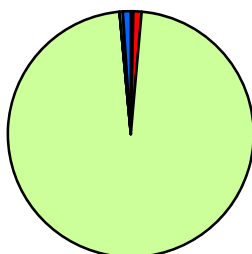


Gráfico 12- Fuente Mayrink 2. Cationes y aniones en mEq/L

Las principales indicaciones son para cura hidropinica, balneoterapia y aplicación de CO₂ en inyecciones subcutáneas (carboxiterapia)¹¹⁰.

¹¹⁰ Gutenbrunner C, Hildebrandt G. Handbuch der Balneologie und medizinischen Klimatologie. Berlín: Springer. 2001.

(% meq/L Aniones)



(% meq/L Cationes)

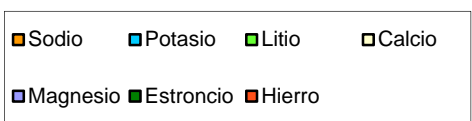
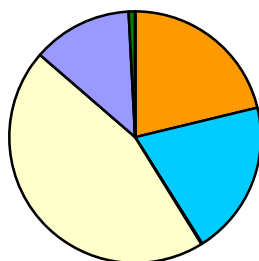


Gráfico 13 – Fuente Mayrink 2. Cationes y aniones % mEq/L

BALNEARIO DE CAXAMBU							
MANANTIAL: MAYRINK 3							
SITUACIÓN	POBLACIÓN: CAXAMBU						
	PROVINCIA: MINAS GERAIS / BRASIL						
ANÁLISIS ORGANOLEPTICO							
SABOR	INSÍPIDO						
OLOR	INODORO						
COLOR	INCOLOR						
PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS							
TEMPERATURA			° C	24,7			
CONDUCTIVIDAD a 25 °C			µS cm ⁻¹	70,4			
pH a temperatura del manantial				5,04			
TURBIDEZ			UN	0,02			
RESIDUO SECO a 180 °C							
mg/L		49,05					
SUSTANCIAS DISUELTAS							
ANIONES				CATIONES			
	mg/L	meq/L	%meq		mg/L	meq/L	%meq
Cl⁻	0,07	0,002	0,34	Na⁺	2,85	0,124	21,22
F⁻	0,12	0,006	1,07	K⁺	4,46	0,116	19,83
HCO₃⁻	34,84	0,571	97,12	Li⁺	0,005	0,001	0,12
CO₃⁼	0,0	0,0	0,0	Ca⁺⁺	5,29	0,264	45,18
NO₃⁻	0,16	0,003	0,44	Mg⁺⁺	0,911	0,075	12,83
SH⁻	-	-	-	Sr⁺⁺	0,21	0,005	0,82
SO₄⁼	0,29	0,006	1,03	Fe total	0,0	0,0	0,0
GASES DISUELTOS							
CO₂			mg/L	335,28			
SH₂			mg/L				
PROPIEDADES DERIVADAS							
DUREZA			mg/L CO ₃ Ca	17			
ALCALINIDAD			mg/L CO ₃ Ca	28,56			
CLASIFICACION							
Por su TEMPERATURA	HIPOTERMAL						
Por su MINERALIZACION	OLIGOMETÁLICA						
Por su COMPOSICION	Iones predominantes; bicarbonato, calcio y sodio, CARBOGASEOSA						
Por su DUREZA	MUY BLANDA						

Tabla 15 – Fuente Mayrink 3. Características físico-químicas

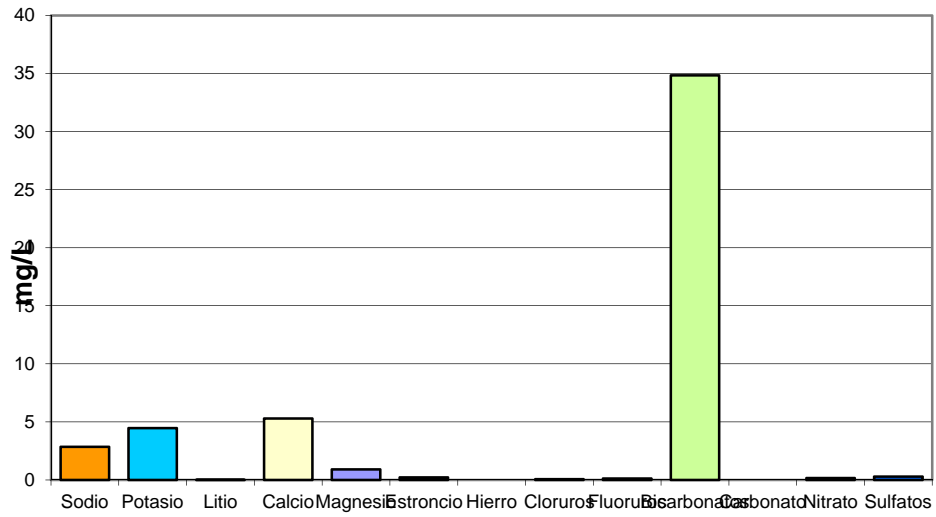


Gráfico 14- Fuente Mayrink 3. Representación de los valores en mg/L

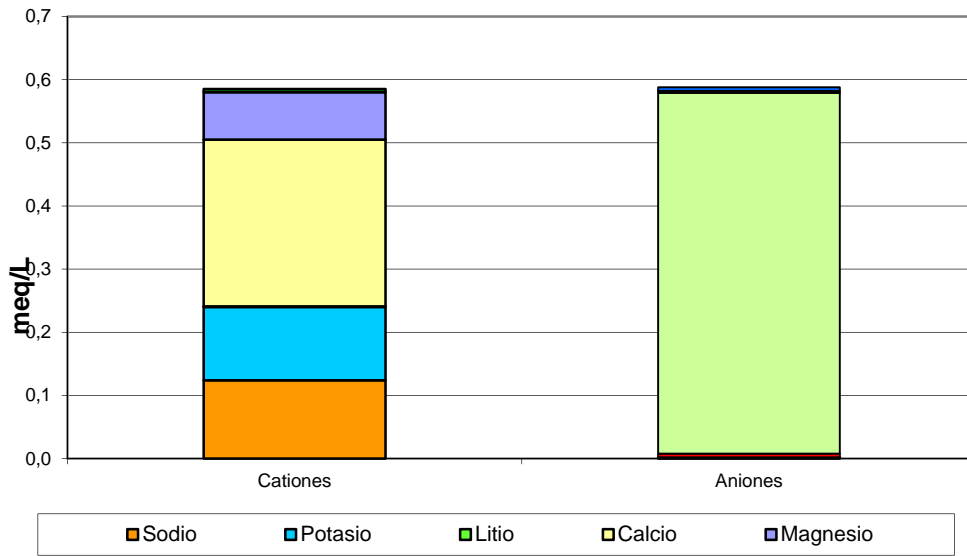
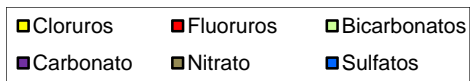
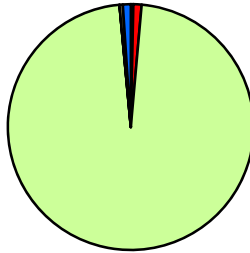


Gráfico 15- Fuente Mayrink 3. Cationes y aniones en mEq/L

(% meq/L Aniones)



(% meq/L Cationes)

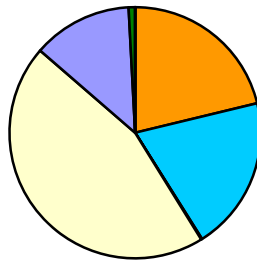


Gráfico 16- Fuente Mayrink 3. Cationes y aniones % mEq/L

VII.D. FUENTE VIOTTI

Antecedentes. Policarpo Rodrigues Viotti, hijo de Francisco Viotti e Isabel Caetana Rodrigues da Silveira, nació en Baependi (Minas Gerais), el 21 de junio de 1843.

Inició sus estudios preparatorios en el Colegio Canónigo Luiz, de aquella ciudad. Comenzó la Facultad de Medicina en Rio de Janeiro en el año 1866 y terminó sus estudios en 1871.

Contrajo matrimonio con Ambrosina Elysa Noronha de Magalhães, en 1873. En 1879 inició sus actividades como médico en la ciudad de Caxambu y en 1882 fundó la Empresa de Aguas de Caxambu.

Es considerado uno de los más ilustres médicos del Estado de Minas Gerais y también pionero en los estudios crenológicos del Brasil. La ciudad de Caxambu le debe, en gran parte, la valoración científica de sus aguas minerales, pues como médico poseedor de cultura clínica y observador sensato, impuso el concepto, no solo a los habitantes locales pero especialmente a los agüistas que durante 50 años lo buscaban para recibir orientación médica con respecto a las aguas mineromedicinales.

Con el Dr. Viotti surgió en Caxambu la Crenología científica propiamente dicha. También se dedicó, en 1883, a los estudios de captación de las aguas y fue colaborador de la captación de la Fuente Viotti, cuyos servicios fueron ejecutados por Venâncio Figueiredo.

En 1909 participó del Congreso Médico de São Paulo donde presentó un importante trabajo sobre las aguas minerales del sur de Minas Gerais.

Su nombre a una de las fuentes del Parque de Aguas de Caxambu es un homenaje propuesto por el Dr. Rodrigues do Santos médico ginecólogo de Caxambu.

Falleció el 22 de mayo de 1928 en la ciudad de Caxambu a los 85 años de edad.

Arquitectura. Son dos pabellones diferentes, uno al lado del portón que accede a la envasadora de agua mineral (Viotti Menor) y el otro próximo a la pileta de aguas minerales (Viotti). El antiguo pabellón seguía el estilo arquitectónico de las otras fuentes proyectadas en Bélgica.

Actualmente, existe una edificación simple, de plan rectangular, constituida por un techo a cuatro aguas con tejas de cerámica con alero, apoyado por una pared ciega y dos pilares laterales revestidos con piedra. El edificio de este manantial es uno de los más grandes, posee dos paredes revestidas con piedras y las otras con azulejos. El acceso a los manantiales es por una escalera con 11 escalones y un pasamanos de hierro (Foto 46 48).

Análisis y clasificación. Según la Hidrología Médica, el agua de este manantial se clasifica como Ferruginosa y con predominancia de los iones bicarbonato, calcio y sodio (Tabla 16 y Gráficos 17 a 19).

Por el hierro presente, de acuerdo con Maraver¹¹¹, para que un agua sea clasificada como ferruginosa, tiene que tener más de 5 mg/L de hierro total, lo que le confiere propiedades terapéuticas¹¹².

¹¹¹Maraver F. Clasificaciones. In: Maraver F, Armijo F. Vademécum II de Aguas Mineromedicinales Españolas. Madrid: Ed. Complutense. 2010, 297-310.

¹¹²San José C. Hidrología Médica y terapias complementarias. Sevilla: Universidad de Sevilla, 1998.



Foto 46 - Fuente Viotti - Pilastra (Acervo del autor)



Foto 47 - Fuente Viotti - Fachada anterior (Acervo del autor)



Foto 48 - Fuente Viotti - Manantiales (Acervo del autor).

BALNEARIO DE CAXAMBU							
MANANTIAL: FUENTE VIOTTI							
SITUACIÓN	POBLACIÓN: CAXAMBU						
	PROVINCIA: MINAS GERAIS / BRASIL						
ANÁLISIS ORGANOLEPTICO							
SABOR	INSÍPIDO						
OLOR	INODORO						
COLOR	INCOLOR						
PROPIEDADES FISICOQUIMICAS							
TEMPERATURA				° C	24,1		
CONDUCTIVIDAD a 25 °C				μS cm ⁻¹	229		
pH a temperatura 169ód manantial					5,16		
TURBIDEZ				UM			
RESIDUO SECO a 180 °C							
mg/L				202			
SUSTANCIAS DISUELTAS							
ANIONES				CATIONES			
	mg/L	meq/L	%meq		mg/L	meq/L	%meq
Cl⁻	8	0,226	9,96	Na⁺	12	0,522	21,10
F⁻	0,31	0,016	0,72	K⁺	11	0,286	11,55
HCO₃⁻	119,67	1,961	86,55	Li⁺	0,0	0,0	0,0
CO₃⁼	0,0	0,0	0,0	Ca⁺⁺	21,8	1,088	43,96
NO₃⁻	0,02	0,000	0,01	Mg⁺⁺	4,13	0,340	13,74
SH⁻	-	-	-	Sr⁺⁺	0,91	0,021	0,84
SO₄⁼	3	0,062	2,76	Fe total	6,09	0,218	8,81
GASES DISUELTOS							
CO₂	mg/L			126,01			
SH₂	mg/L			-			
PROPIEDADES DERIVADAS							
DUREZA	mg/L CO ₃ Ca			71,4			
ALCALINIDAD	mg/L CO ₃ Ca			98,09			
CLASIFICACIÓN							
Por su TEMPERATURA	HIPOTERMAL						
Por su MINERALIZACION	MUY DÉBIL						
Por su COMPOSICION	Iones predominantes: bicarbonato, sódio, cálcio. FERRUGINOSA						
Por su DUREZA	MUY BLANDA						

Tabla 16 – Características físico-químicas

Las aguas ferruginosas suelen ser bicarbonatadas, pero pueden contener diversos elementos mineralizantes¹¹³.

Las principales indicaciones del agua mineral de la Fuente Viotti son balneoterapia y cura hidropínica.

¹¹³Ceballos MA. Aguas ferruginosas. En: Armijo M, San Martín J. Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia. Madrid: Ed. Complutense. 1994, 279-285.

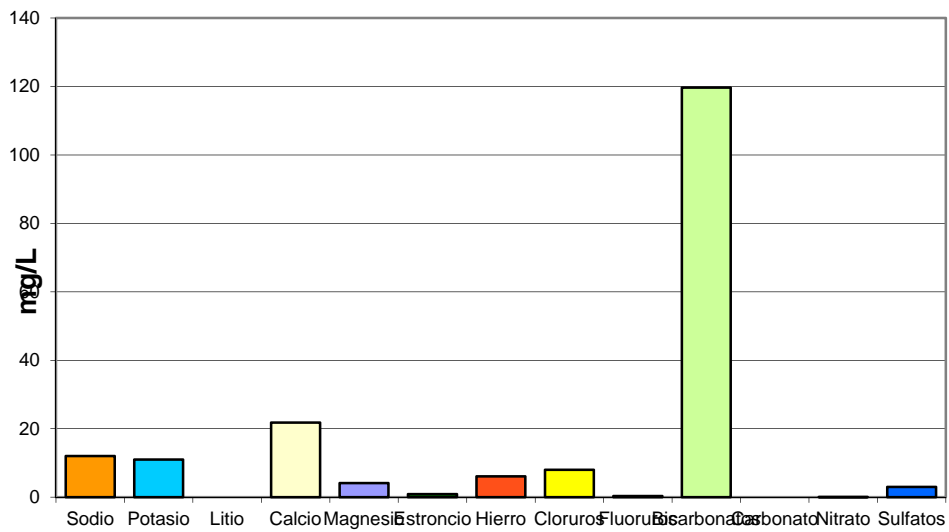


Gráfico 17- Fuente Viotti. Representación de los valores en mg/L

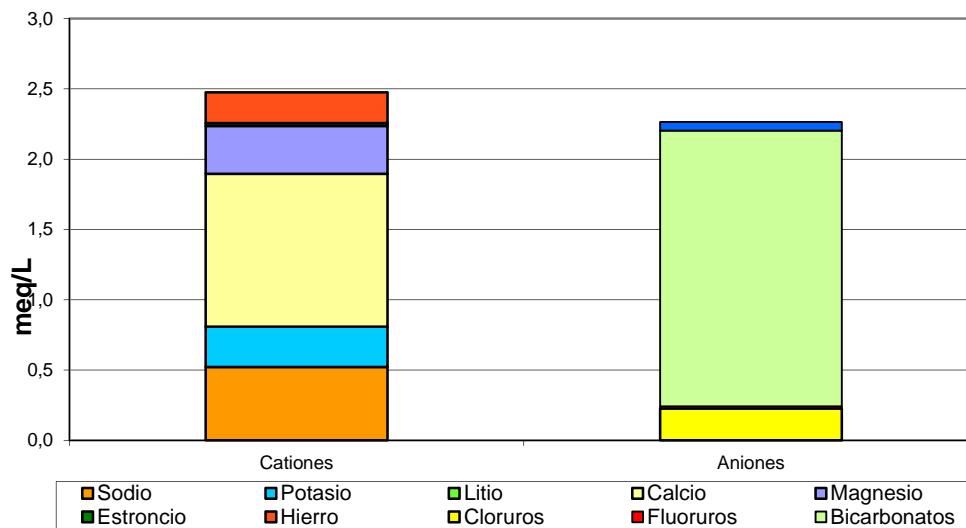
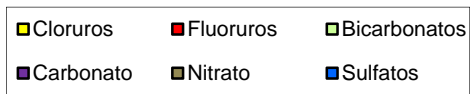
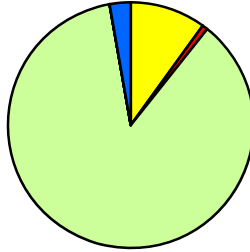


Gráfico 18 - Fuente Viotti. Cationes y aniones en meq/L

(% meq/L Aniones)



(% meq/L Cationes)

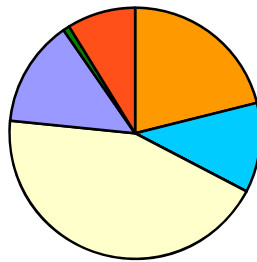


Gráfico 19 - Fuente Viotti. Cationes y aniones % mEq/L

VII.E. FUENTE PRINCESA ISABEL

Antecedentes. Corría el año 1868 y el municipio recibiría la visita de la heredera del trono brasileño, la Princesa Doña Isabel.

La noticia de tal acontecimiento ocasionó un gran interés en los munícipes, despertando la curiosidad de los habitantes de Baependy y Caxambu, que tendrían la oportunidad de conocer personalmente a aquella que tuvo el nombre en clave de Redentora.

En sesión extraordinaria el día 28 de agosto de 1868, se reunió la Asamblea Municipal de Baependy y escuchó de su Presidente el orden del día que era *“resolver con respecto a la recepción de la Princesa Imperial en la región”*, que posteriormente fue cancelada por la Corte Imperial. Posteriormente, el 5 de septiembre de 1868, se confirma finalmente la tan esperada visita.

En el trayecto que hiciera, de Río de Janeiro para Minas Gerais, la Princesa venía siempre al frente de su comitiva y en ciertas ocasiones paraba en casas pobres, mostrándose cariñosa con todos. Cuando llegaron en Caxambu, la Princesa Isabel y el Conde D’Eu se hospedaron en una de las casas pertenecientes al Doctor Carlos Teodoro Bustamante, siendo así como esta casa sirvió de Palacio a los huéspedes imperiales.

La historia relata que en su viaje a Caxambu, en 1868, la Princesa Isabel (hija del Emperador Don Pedro II) y su marido, el Conde D’Eu, buscaban una solución para la esterilidad que acometía a la Princesa, a través del uso de las aguas mineromedicinales de Caxambu.

La Princesa se casó muy joven, a los 18 años, con Luis Felipe Gastão Orleans, el Conde D’Eu. Dos años después del casamiento el

matrimonio descubrió una amarga realidad que ya se hacía sentir y que era la imposibilidad de la concepción de un heredero.

Algunas noticias reconfortantes procedían de Europa, con relatos de curas milagrosas de esterilidad por las aguas minerales del Viejo Mundo. Sin pérdida de tiempo y nutrida de nuevas esperanzas, Su Alteza Real resolvió experimentar un tratamiento *"in situ"* con las aguas mineromedicinales de Caxambu. Su propagación en aquella época ocupaba el orden del día y eran consideradas en el Imperio como una de las mejores del mundo.

El 17 de noviembre de 1868 el matrimonio imperial llega a Caxambu y el día 18, en sus oraciones, la Princesa promete públicamente que si consiguiese la concepción de un heredero, construiría una iglesia dedicada a Santa Isabel de Hungría. El 23 de noviembre de 1868 se colocó la primera piedra (Foto 49).



Foto 49 - Igreja de Santa Isabel de Hungría (Acervo autor)

Existen relatos que cuentan que la Princesa usó el agua de una fuente ubicada en el margen izquierdo del Arroyo Bengo, cuya composición era ferruginosa.

Por coincidencia, o a consecuencia de su uso, después de un período aproximado de 30 días de utilizar la referida agua mineromedicinal, probablemente la Princesa corrigió un cuadro de anemia y consiguió quedarse embarazada.

Tres gestaciones seguidas permitieron la perpetuación de los Orleans y Bragança: Don Pedro del Gran Pará, Don Antonio y Don Luis. Como había prometido, inició la edificación de la Iglesia de Santa Isabel de Hungría.

Arquitectura. En 1910 los dos manantiales, Doña Isabel y Conde D'Eu, se integraron en el mismo pabellón.

El proyecto para la edificación del templete fue elaborado en la ciudad de Río de Janeiro por el Arquitecto A. Telles, en 1917. Una copia del archivo original se encuentra en el IEPHA –MG (Instituto del Patrimonio Histórico y Arquitectónico de Minas Gerais).

Su estilo neoclásico reproduce un típico templete en forma de un pabellón diáfano. El edificio posee techo en cúpula, sostenido por pilares. Dos pares de columnas enmarcan el acceso frontal a una escalera de mármol. El piso es de azulejos antiguos decorados (Fotos 50 a 52).

Análisis y caracterización. De acuerdo con la Hidrología Médica, el agua de este manantial se clasifica como Ferruginosa y con predominancia de los iones bicarbonato, calcio y sodio (Tabla 17 y Gráficos 20 a 22).



Foto 50 - Fuente Princesa Isabel - Mención histórica (Acervo autor)



Foto 51 - Fuente Princesa Isabel - Manantial (Acervo del autor)



Foto 52 - Fuente Princesa Isabel - Panorámica (Acervo del autor)

BALNEARIO DE CAXAMBU							
MANANTIAL: PRINCESA ISABEL							
SITUACIÓN	POBLACIÓN: CAXAMBU						
	PROVINCIA: MINAS GERAIS / BRASIL						
ANÁLISIS ORGANOLEPTICO							
SABOR	INSÍPIDO						
OLOR	INODORO						
COLOR	INCOLOR						
PROPIEDADES FISICOQUIMICAS							
TEMPERATURA			° C	23,6			
CONDUCTIVIDAD a 25 °C			μS cm ⁻¹	1269			
pH a temperatura del manantial				5,93			
TURBIDEZ			UN	1,0			
RESIDUO SECO a 180 °C							
mg/L		923					
SUSTANCIAS DISUELTAS							
ANIONES				CATIONES			
	mg/L	meq/L	%meq		mg/L	meq/L	%meq
Cl⁻	1,0	0,028	0,20	Na⁺	71	3,089	21,06
F⁻	1,7	0,089	0,62	K⁺	74	1,923	13,11
HCO₃⁻	865,68	14,189	98,32	Li⁺	0,05	0,007	0,05
CO₃⁼	0,0	0,0	0,0	Ca⁺⁺	129,46	6,460	44,05
NO₃⁻	0,0	0,0	0,0	Mg⁺⁺	37,78	2,780	18,95
SH⁻	-	-	-	Sr⁺⁺	5,37	0,123	0,84
SO₄⁼	6	0,125	0,87	Fe total	7,99	0,286	1,95
GASES DISUELTOS							
CO₂			mg/L	208,82			
SH₂			mg/L	-			
PROPIEDADES DERIVADAS							
DUREZA			mg/L CO ₃ Ca	462,4			
ALCALINIDAD			mg/L CO ₃ Ca	709,58			
CLASIFICACIÓN							
Por su TEMPERATURA	HIPOTERMAL						
Por su MINERALIZACIÓN	MEDIA						
Por su COMPOSICIÓN	Iones predominantes; bicarbonato, calcio y sodio, FERRUGINOSA						
Por su DUREZA	EXTREMADAMENTE DURA						

Tabla 17 - Fuente Princesa Isabel. Características físico-químicas

Por el hierro presente, según Maraver y Armijo Castro¹¹⁴, para que un agua sea clasificada como ferruginosa, tiene que tener más de 5 mg/L de hierro total, lo que le confiere propiedades terapéuticas.

¹¹⁴Maraver F, Armijo FC. Vademécum II de aguas mineromedicinales españolas. Op. cit.

Las aguas de la Fuente Princesa Isabel son indicadas para la cura hidropinica.

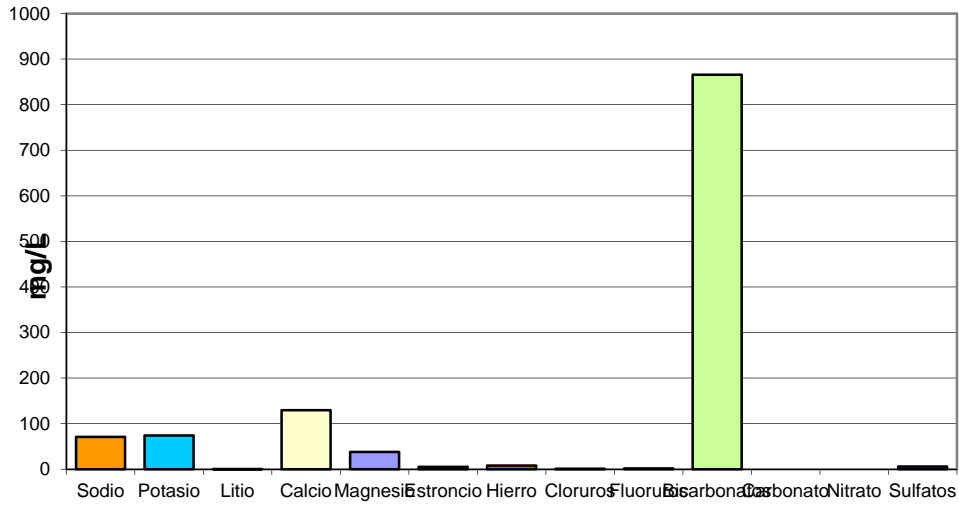


Gráfico 20 - Fuente Princesa Isabel. Representación mg/L cationes y aniones

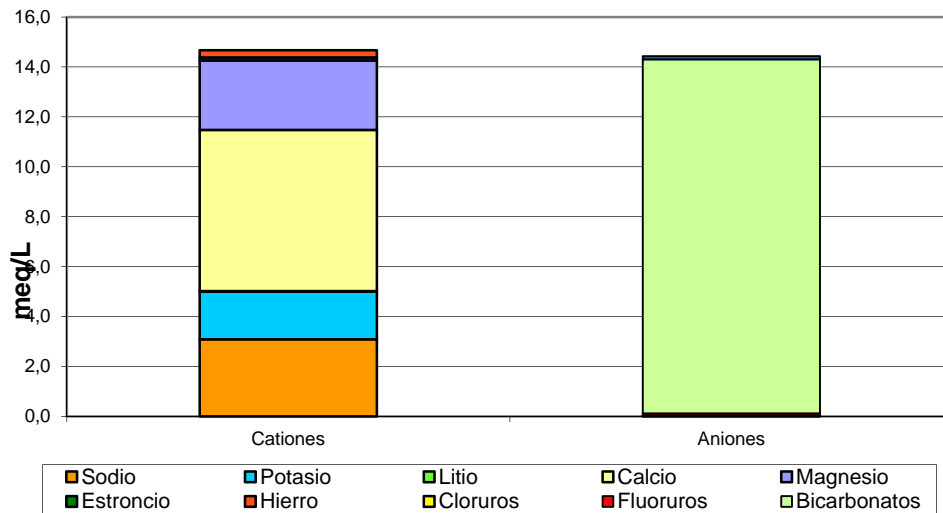
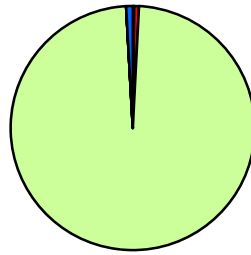


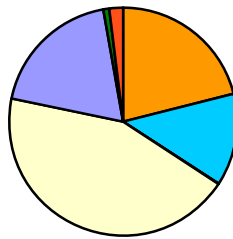
Gráfico 21 - Fuente Princesa Isabel. Cationes y aniones en mEq/L

(% meq/L Aniones)



■ Cloruros	■ Fluoruros	■ Bicarbonatos
■ Carbonato	■ Nitrato	■ Sulfatos

(% meq/L Cationes)



■ Sodio	■ Potasio	■ Litio	■ Calcio
■ Magnesio	■ Estroncio	■ Hierro	

Gráfico 22 - Fuente Princesa Isabel. Cationes y aniones % mEq/L

VII.F. FUENTE DON PEDRO

Antecedentes. Pedro de Alcántara João Carlos Leopoldo Salvador Bibiano Francisco Xavier de Paula Leocadio Miguel Gabriel Rafael Gonzaga, nació el 2 de diciembre de 1825, a las 02h30, en el Palacio de San Cristóbal, ciudad de Río de Janeiro. Fue bautizado con el nombre de Pedro en homenaje a San Pedro de Alcántara.

Su padre, el Emperador Pedro I, lo consideraba una ramificación brasileña de la Casa de Bragança. Era nieto del Rey portugués Don Juan VI.

Fue el único hijo de sexo masculino legítimo de Don Pedro I que sobrevivió a la infancia y fue oficialmente reconocido como heredero del Trono Brasileño con el título de Príncipe Imperial, el día 6 de agosto de 1826. Su madre, la Emperatriz Leopoldina, falleció cuando Pedro tenía solo un año de edad, y dos años después de su muerte, el Emperador Pedro I (su padre) se casó con Amelia de Leuchtemberg.

El Emperador Pedro I abdicó del trono el 7 de abril de 1831, volvió a Portugal para luchar por los derechos del trono portugués, entonces ocupado por su hija, María II, usurpado por su hermano, Miguel I.

Abandonado por sus padres al cuidado de tutores, el Príncipe Imperial Pedro se convirtió en "Don Pedro II, Emperador Constitucional y Defensor Público del Brasil".

Fue el segundo y último monarca del Imperio de Brasil, reinando en el país por un periodo de 58 años. Inició el reinado con solamente 5 (cinco) años de edad.

Durante su gobierno la nación creció y se impuso frente a sus vecinos hispano-americanos, todo esto a consecuencia de su estabilidad política, libertad de expresión, respeto a los civiles y principalmente

por la modalidad de gobierno: una Monarquía Parlamentaria Constitucional. Lideró la Abolición de la Esclavitud junto con la Princesa Isabel.

A pesar de no existir el deseo por un cambio en la forma de gobierno por la mayoría política, un movimiento militar minoritario destituyó el Emperador Pedro II.

Proclamada la República el 15 de noviembre de 1882, Don Pedro II fue deportado para Europa.

Acometido de tuberculosis pulmonar, se sometió a baños hipertermales diariamente y falleció en 5 de diciembre de 1891.

Sus restos mortales fueron repatriados para el Brasil después de décadas de exilio y su modalidad de gobierno sirvió como modelo para la república brasileña.

Arquitectura. Es el manantial más antiguo y simbólico del Parque de las Aguas de Caxambu y con una interesante construcción en estilo greco-romano.

Su captación fue hecha mediados del siglo XIX y el pabellón actual, con inspiración neoclásica fue construido en el inicio de los años 60. El edificio posee una cúpula apoyada en gruesos pilares, sin paredes. En su interior se encuentra una réplica de la corona que perteneció a Don Pedro. La fuente está ubicada en un pilar de mármol rematado por la corona imperial (Foto3 53).

El agua sale de un grifo de acero inoxidable, cuya fuente se encuentra en un nivel por debajo del suelo (Foto 54).

Está situada a la derecha del balneario, rodeada por rejas de hierro forjado y es considerada la más importante para el sector de envasado de agua mineral, junto con las Fuentes Mayrink 1, 2 y 3.



Foto 53 - Fuente Don Pedro - Panorámica (Acervo del autor)



Foto 54 - Fuente Don Pedro - Manantial (Acervo del autor)

El acceso a su agua, rica en propiedades terapéuticas, es controlado por un funcionario que hace la dispensa del agua en pequeños vasos de material plástico.

Análisis y clasificación. El agua de este manantial se caracteriza por ser hipotermal, carbogaseosa, de mineralización débil, blanda y con predominio de los iones bicarbonato y calcio (Tabla 18 y Gráficos 23 a 25).

BALNEARIO DE CAXAMBU							
MANANTIAL: FUENTE DON PEDRO							
SITUACIÓN	POBLACIÓN: CAXAMBU						
	PROVINCIA: MINAS GERAIS / BRASIL						
ANÁLISIS ORGANOLEPTICO							
SABOR	INSÍPIDO						
OLOR	INODORO						
COLOR	INCOLOR						
PROPIEDADES FISICOQUIMICAS							
TEMPERATURA			° C	24,5			
CONDUCTIVIDAD a 25 °C			μS cm ⁻¹	364			
pH a temperatura del manantial				5,41			
TURBIDEZ			UN	1			
RESIDUO SECO a 180 °C							
mg/L		318					
SUSTANCIAS DISUELTAS							
ANIONES				CATIONES			
	mg/L	meq/L	%meq		mg/L	meq/L	%meq
Cl⁻	1	0,028	0,69	Na⁺	18,9	0,822	19,91
F⁻	0,42	0,022	0,54	K⁺	19,6	0,509	12,33
HCO₃⁻	241,89	3,965	97,23	Li⁺	0,00	0,00	0,00
CO₃⁼	0,0	0,0	0,0	Ca⁺⁺	42,89	2,140	51,83
NO₃⁻	0,0	0,0	0,0	Mg⁺⁺	7,53	0,620	15,01
SH⁻	-	-	-	Sr⁺⁺	1,67	0,038	0,92
SO₄⁼	3	0,062	1,53	Fe total	0,0	0,0	0,0
GASES DISUELTOS							
CO₂	mg/L		1467				
SH₂	mg/L						
PROPIEDADES DERIVADAS							
DUREZA	mg/L CO ₃ Ca		138,1				
ALCALINIDAD	mg/L CO ₃ Ca		198,27				
CLASIFICACION							
Por su TEMPERATURA	HIPOTERMAL						
Por su MINERALIZACION	DÉBIL						
Por su COMPOSICION	Iones predominantes; bicarbonato y calcio. CARBOGASEOSA.						
Por su DUREZA	BLANDA						

Tabla 18 - Fuente Don Pedro. Características físico-químicas

El agua de la Fuente Don Pedro esta indicada en la cura hidropinica, balneoterapia e inhalaciones.

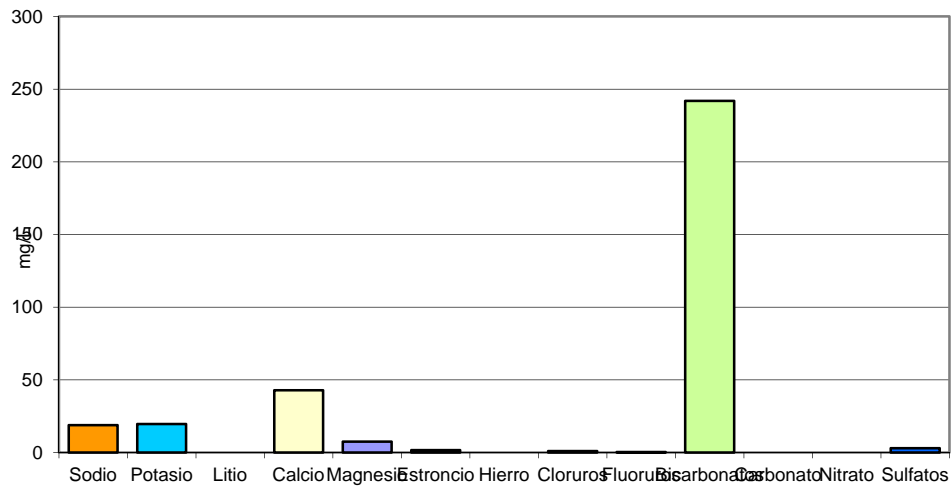


Gráfico 23 - Fuente Don Pedro - Representación valores en mg/L

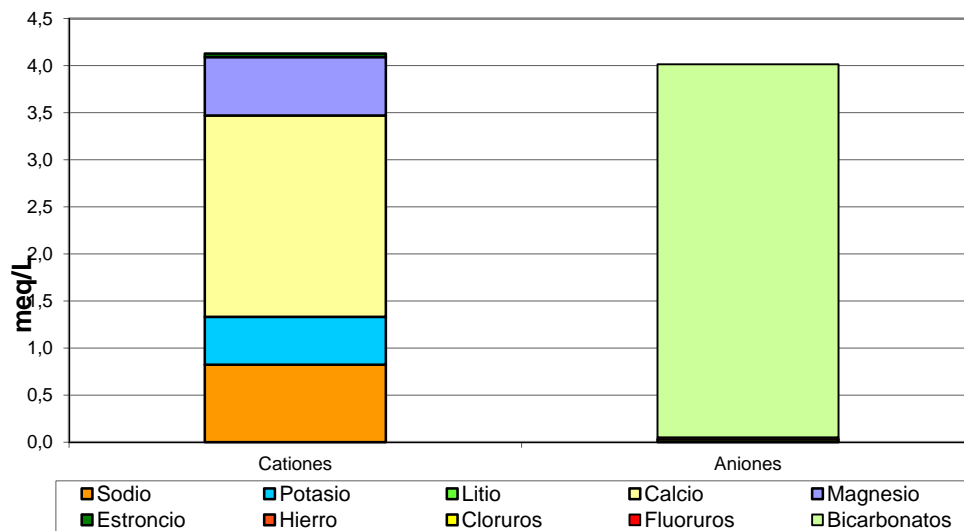
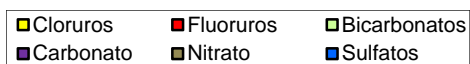
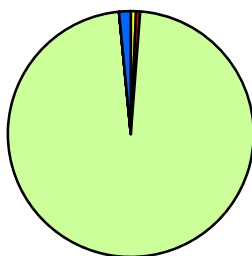


Gráfico 24 - Fuente Don Pedro - Cationes y aniones en meq/L

(% meq/L Aniones)



(% meq/L Cationes)

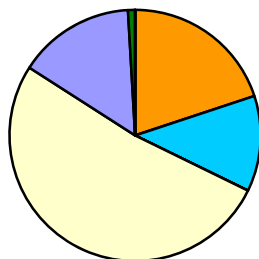


Gráfico 25- Fuente Don Pedro - Cationes y aniones % mEq/L

VII.G. FUENTE VENÂNCIO

Antecedentes. Venâncio Figueiredo es considerado el gran y admirado maestro de las captaciones de agua mineral en la ciudad de Caxambu y región.

Aunque jamás tuvo acceso a cursos de capacitación en ingeniería, geología o hidrología consiguió convertirse en un verdadero experto en el tema de las perforaciones.

Obtuvo el don natural de la intuición y discernimiento para asimilar la buena técnica de explotación de fuentes y manantiales. Fue capaz de interpretar largos tratados literarios sobre explotación de aguas subterráneas que le llegaban desde Francia y Alemania. Aplicó los conocimientos obtenidos en el Parque de Aguas de Caxambu, así como en Lambari y Cambuquira, otras dos ciudades que componen el Circuito de Aguas de la región Sur del Estado de Minas Gerais.

Su nombre en uno de los manantiales del Parque no solo es una actitud de honor y reconocimiento de mérito profesional, como también un agradecimiento a los buenos servicios ofrecidos a esta estancia hidrotermal como técnico en perforaciones.

Arquitectura. La Fuente Venâncio fue captada en 1936. El quiosco edificado en "estilo romántico", ampliamente usado en los años 40, es más cerrado que los demás manantiales. La edificación es semicircular y con su techo en cuatro aguas. La fachada frontal presenta una escalera de acceso al interior en forma de arco. El guarda cuerpo en albañilería que circunda el local del manantial está compuesto por ladrillos huecos en forma de media luna. El piso es de cerámica rojiza y las paredes en revoco pintado (Fotos 55 y 56).



Foto 55 –Fuente Venâncio - Fachada frontal (Acervo del autor)



Foto 56 - Fuente Venâncio - Manantial (Acervo del autor)

Analisis y clasificación. El agua de este manantial se caracteriza por ser hipotermal, de mineralización débil, blanda y con predominio de los iones bicarbonato y calcio (Tabla 19 y Gráficos 26 a 28).

El agua de la Fuente Venancio esta indicada para la cura hidropinica, balneoterapia e inhalaciones.

BALNEARIO CAXAMBU							
MANANTIAL: VENANCIO							
SITUACIÓN	POBLACIÓN: CAXAMBU						
	PROVINCIA: MINAS GERAIS / BRASIL						
ANÁLISIS ORGANOLEPTICO							
SABOR	INSÍPIDO						
OLOR	INODORO						
COLOR	INCOLOR						
PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS							
TEMPERATURA	° C		25				
CONDUCTIVIDAD a 25 °C	μS cm ⁻¹		40,7				
pH a temperatura del manantial			5,26				
TURBIDEZ	UM		1				
RESIDUO SECO a 180 °C							
mg/L	44						
SUSTANCIAS DISUELTAS							
ANIONES				CATIONES			
	mg/L	meq/L	%meq		mg/L	meq/L	%meq
Cl⁻	0,0	0,0	0,0	Na⁺	1,9	0,083	19,86
F⁻	0,04	0,002	0,53	K⁺	2,5	0,065	15,61
HCO₃⁻	23,55	0,386	96,86	Li⁺	0,0	0,0	0,0
CO₃⁼	0,0	0,0	0,0	Ca⁺⁺	38,49	0,160	38,49
NO₃⁻	0,0	0,0	0,0	Mg⁺⁺	0,97	0,080	19,18
SH⁻	-	-	-	Sr⁺⁺	0,152	0,003	0,83
SO₄⁼	0,5	0,010	2,61	Fe total	0,7	0,025	6,02
GASES DISUELTOS							
CO₂	mg/L		50,62				
SH₂	mg/L						
PROPIEDADES DERIVADAS							
DUREZA	mg/L CO ₃ Ca		12				
ALCALINIDAD	mg/L CO ₃ Ca		19,30				
CLASIFICACION							
Por su TEMPERATURA	HIPOTERMAL						
Por su MINERALIZACION	OLIGOMETÁLICA						
Por su COMPOSICION	Iones predominantes: bicarbonatos, y calcio						
Por su DUREZA	MUY BLANDA						

Tabla 19- Fuente Venâncio. Características físico-químicas

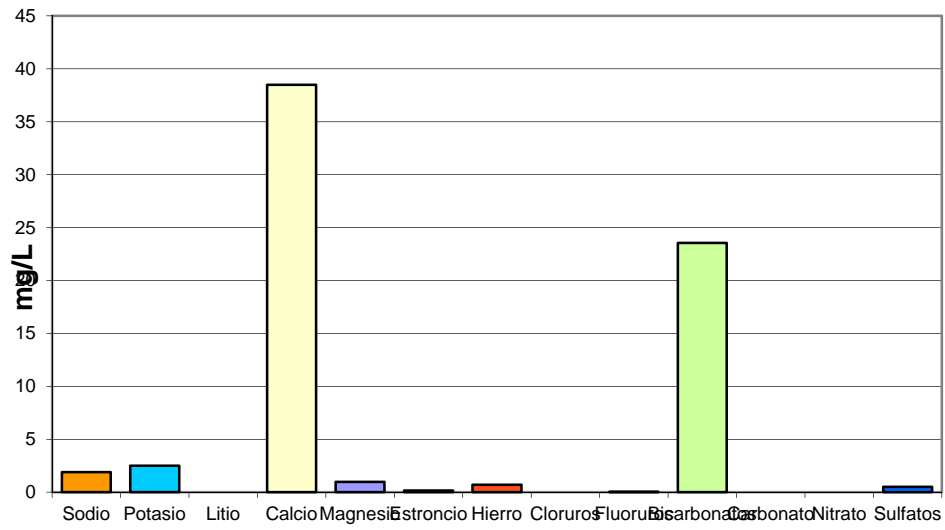


Gráfico 26- Fuente Venâncio - Representación de los valores en mg/L

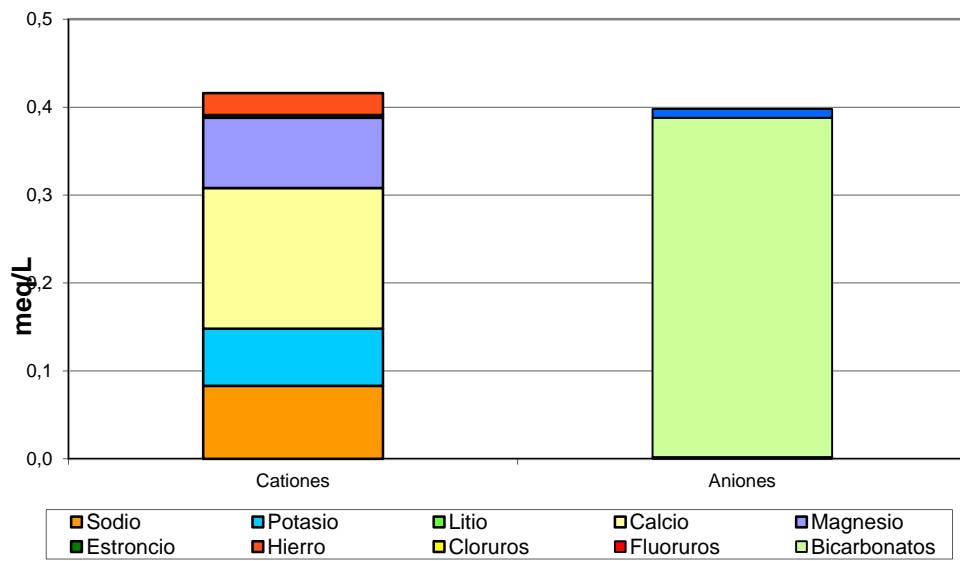
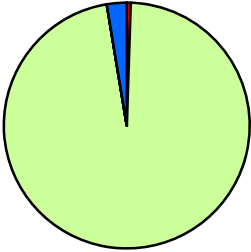


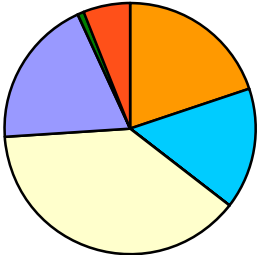
Gráfico 27 - Fuente Venâncio - Cationes y aniones en meq/L

(% meq/L Aniones)



■ Cloruros	■ Fluoruros	■ Bicarbonatos
■ Carbonato	■ Nitrato	■ Sulfatos

(% meq/L Cationes)



■ Sodio	■ Potasio	■ Litio	■ Calcio
■ Magnesio	■ Estroncio	■ Hierro	

Gráfico 28 - Fuente Venâncio - Cationes y aniones % mEq/L

VII.H. FUENTE DUQUE DE SAXE

Antecedentes. Luis Augusto María Eudes de Saxe-Coburgo-Gota, nació el 9 de agosto de 1845, en Karlsbad, Austria.

Pasó su infancia entre Francia, Bélgica, Alemania e Imperio Austro-Húngaro. Ingresó en la Marina Austro-Húngara en 1861, a los 16 años de edad. Dos años después, en año 1863, él y su hermano, Fernando Felipe, fueron propuestos por las representaciones de las potencias europeas como herederos de su tío Ernesto II, Duque de Saxe-Coburgo-Gota, para el plebiscito que elegiría al nuevo Rey de Grecia, por vacante de Otto I.

El referido proyecto fracasó y Augusto siguió su carrera en la Marina, participando de la Guerra de los Ducados, en 1864.

Pocos meses después del conflicto, su familia tuvo la intención de casarlo con la Princesa Isabel, heredera del trono del Imperio del Brasil, este motivo lo hizo viajar para conocer a la joven.

La Princesa Isabel, heredera del trono del Emperador Don Pedro II, fue prometida al rico y honorable Príncipe Augusto, el Duque de Saxe-Coburgo. Su hermana, Princesa Leopoldina, a su vez, fue destinada al Príncipe Gastão de Orleans, el Conde D'Eu.

La historia nos revela que las princesas, con el acuerdo del padre, modificaron la propuesta matrimonial previamente acordada. La Princesa Isabel se convierte en esposa del Conde D'Eu, y su hermana Leopoldina en la mujer del Duque de Saxe. Esto fue el resultado de una intensa actividad negociadora, dado el gran interés de las potencias europeas en ampliar su influencia en territorio sudamericano.

Lo que interesaba no era la riqueza de la Familia Bragança, en su ramificación brasileña, sino los negocios en “un país de gran futuro”, como era el Brasil.

Luis Augusto, el Duque de Saxe, se casó con la princesa Leopoldina el 15 de diciembre de 1864. Fue nombrado Almirante de la Marina Imperial, participó con su suegro, el Emperador Don Pedro II, en la Guerra del Paraguay (1864 – 1870). Después de la referida guerra, el matrimonio y sus 3 hijos se ubicaron definitivamente en Austria, confiando la educación de sus dos hijos mayores – en la época herederos de la Corona del Brasil – a sus suegros, Don Pedro II y Teresa Cristina de Borbon-Dos Sicilias.

Falleció el 14 de septiembre de 1907, en Austria.

Arquitectura. La Fuente Duque de Saxe fue captada en 1890 bajo la orientación del Concejal Francisco de Paula Mayrink.

Se trata de un quiosco metálico, sobrio en su decoración y colores. El techo está pintado de color rosa y es sostenido por pilares de hierro decorado. El piso es de cerámica, las escaleras que acceden al manantial poseen nueve escalones cada una y son rodeadas por pasamanos de reja de hierro. Alrededor del manantial se encuentran azulejos decorados. En sus rejas se le la inscripción “*Pavillon pour me. Source*”, con sello de la “*Société Anonyme des Ancières D’Angleur. Tilleur-Belgique*”, el conjunto data de veintiocho de febrero de 1913 (Fotos 57 a 59).

Análisis y clasificación. Esta fuente, desde el punto de vista de la Hidrología Médica, la podemos clasificar como hipotermal, de mineralización fuerte, bicarbonatada, sódica, cálcica, magnésica y carbogaseosa. (Tabla 20 y Gráficos 29 a 31).



Foto 57 – Fuente Duque de Saxe - Panorámica (Acervo del autor)



Foto 58 - Fuente Duque de Saxe - Detalles de la cúpula
(Acervo del autor)



Foto 59 - Fuente Duque de Saxe – Manantial (Acervo del autor)

BALNEARIO DE CAXAMBU							
MANANTIAL: DUQUE DE SAXE							
SITUACIÓN	POBLACIÓN: CAXAMBU						
	PROVINCIA: MINAS GERAIS / BRASIL						
ANÁLISIS ORGANOLEPTICO							
SABOR	INSÍPIDO						
OLOR	INODORO						
COLOR	INCOLOR						
PROPIEDADES FISICOQUIMICAS							
TEMPERATURA			° C	24,8			
CONDUCTIVIDAD a 25 °C			μS cm ⁻¹	1488			
pH a temperatura del manantial				6,03			
TURBIDEZ			UN	1			
RESIDUO SECO a 180 °C							
mg/L		1064					
SUSTANCIAS DISUELTAS							
ANIONES				CATIONES			
	mg/L	meq/L	%meq		mg/L	meq/L	%meq
Cl⁻	0,5	0,014	0,08	Na⁺	82	3,567	20,75
F⁻	1,5	0,079	0,46	K⁺	86	2,234	13,00
HCO₃⁻	1041,37	17,068	98,62	Li⁺	0,06	0,09	0,05
CO₃⁼	0,0	0,0	0,0	Ca⁺⁺	117,43	5,860	34,09
NO₃⁻	0,0	0,0	0,0	Mg⁺⁺	64,64	5,319	30,94
SH⁻	-	-	-	Sr⁺⁺	6,29	0,144	0,84
SO₄⁼	7	0,146	0,84	Fe total	1,65	0,059	0,34
GASES DISUELTOS							
CO₂	mg/L		1156				
SH₂	mg/L						
PROPIEDADES DERIVADAS							
DUREZA	mg/L CO ₃ Ca		559,4				
ALCALINIDAD	mg/L CO ₃ Ca		853,58				
CLASIFICACION							
Por su TEMPERATURA	HIPOTERMAL						
Por su MINERALIZACION	FUERTE						
Por su COMPOSICION	BICARBONATADA, CÁLCICA, MAGNÉSICA, SÓDICA Y CARBOGASEOSA						
Por su DUREZA	EXTREMADAMENTE DURA						

Tabla 20 Fuente Duque de Saxe - Características físico-químicas

El ión bicarbonato, en las aguas minerales de Caxambu, es originario de la disolución de los carbonatos existentes en las rocas acuíferas por las aguas infiltradas y enriquecidas con ácido carbónico seguido de ácidos húmicos y fúlvicos del suelo.

Este anión se comporta como elemento mineral frecuente en las aguas mineromedicinales y suele estar acompañado de otros cationes, tales como sodio, calcio y magnesio, cuya predominancia permite clasificar en aguas bicarbonatadas cálcicas y magnésicas¹¹⁵⁻¹¹⁶.

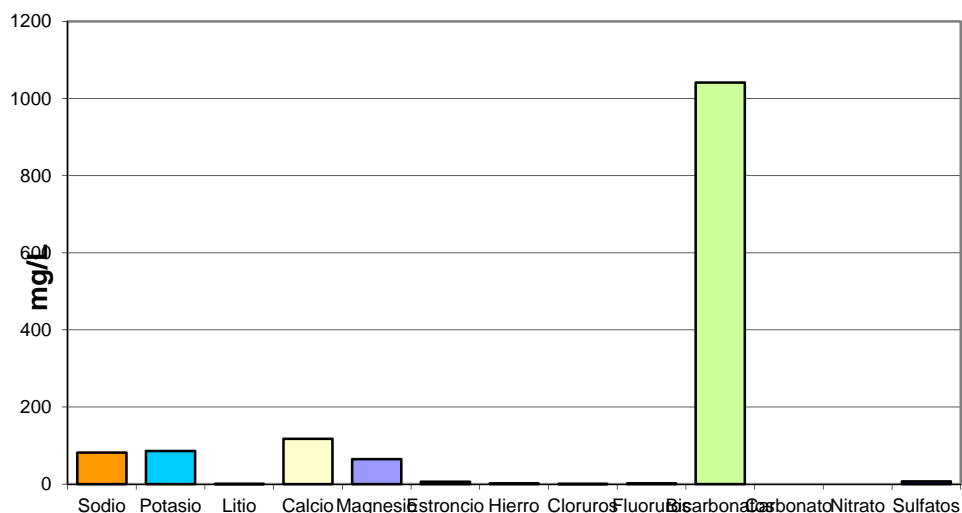


Gráfico 29- Fuente Duque de Saxe - Representación valores en mg/L

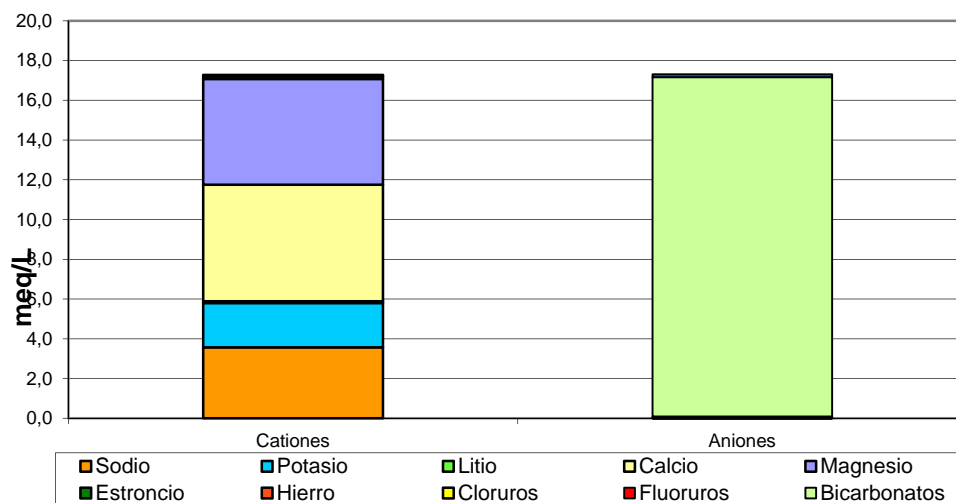


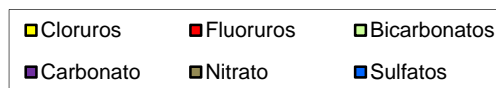
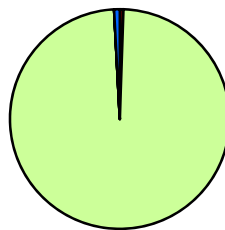
Gráfico 30- Fuente Duque de Saxe - Cationes y aniones en mEq/L

¹¹⁵ Boulangé M. Les Vertus des Cures Thermales. Montpellier: Ed. Espaces. 1997.

¹¹⁶ Messina B, Grossi F. Acque carboniche. In: Elementi di Idrologia Medica. Roma: Soc. Ed. Universo; 1984. p. 127-132.

Las aguas bicarbonatadas cálcicas, también denominadas alcalino-térreas cuando existe predominancia de los cationes calcio y magnesio, suelen presentarse con menos mineralización que las sódicas y pueden contener dióxido de carbono libre (CO₂).

(% meq/L Aniones)



(% meq/L Cationes)

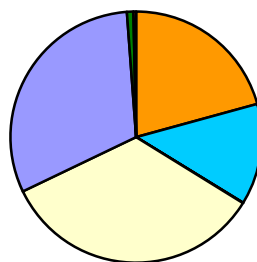


Gráfico 31 - Fuente Duque de Saxe - Cationes y aniones % mEq/L

El agua de la Fuente Duque de Saxe esta indicada para la cura hidropinica y balneoterapia.

VII.I. FUENTE DOÑA LEOPOLDINA

Antecedentes. Carolina Josefa Leopoldina Francisca Fernanda Beatriz de Habsburgo-Lorena, es el nombre completo de La Emperatriz Leopoldina.

Nació en Viena, Austria, el 22 de enero de 1797. Era la sexta hija de Francisco I, Emperador de Austria y 2º de Alemania, del segundo casamiento de su padre. Su madre era María Teresa de Borbon-Sicilia.

Las negociaciones de su matrimonio con Don Pedro I se iniciaron en 1816, con la intención de unir la Corte Portuguesa a la casa Imperial Austriaca, en aquella época una fuerte monarquía europea. Había mucho interés, también, en el comercio de productos tropicales.

Su casamiento fue celebrado por poderes en mayo de 1817 y la Emperatriz Leopoldina llegó al Brasil en diciembre de 1817. Durante los primeros nueve años de casamiento tuvo siete hijos y dos abortos.

Fue nombrada Jefe del Consejo de Estado y Princesa Regente Interina del Brasil durante la ausencia de Don Pedro I.

El 2 de septiembre de 1822, bajo orientación de su Ministro de Relaciones Exteriores, José Bonifácio, con miedo por la aproximación de las tropas portuguesas, firmó el Decreto de la Independencia del Brasil, posteriormente oficializado por Don Pedro I.

Falleció el 11 de diciembre de 1826, en Río de Janeiro. Además de ser la Emperatriz del Brasil, entre los años 1822 y 1826, fue Archiduquesa de Austria y Reina de Portugal por un corto periodo.

Arquitectura. La Fuente Doña Leopoldina fue captada en 1850. El proyecto arquitectónico actual es de octubre de 1912 con la autorización de la "Societé Anonyme des Aciéries D' Angleur Tilleur-

Belgiqué” y está archivado en el Instituto del Patrimonio Histórico y Arquitectónico del Estado de Minas Gerais (IEPHA).

El techo del pabellón Doña Leopoldina presenta cúpula facetada, con tambor octagonal y cúpula de forma bulboidea de clara inspiración morisca. Los husos ornamentales, de arabescos de hojas y flores estilizadas y entrelazadas en hierro, se extienden por encima de los capiteles de las columnas. La arquitectura en hierro está caracterizada por su transparencia reconociéndose el valor revolucionario de este material representativo de la arquitectura del final del siglo XIX e inicio del siglo XX. Su eficacia, durabilidad y calidad estética justifican su importancia en la evolución de medios constructivos utilizados en la arquitectura. Tanto el techo como sus pilares están decorados con pinturas en arabescos. Arcos de hierro unen los pilares por el centro. Por ser todo abierto, el acceso a su interior se realiza por cualquier de sus lados, teniendo que bajar siete escalones (Fotos 60 y 61).

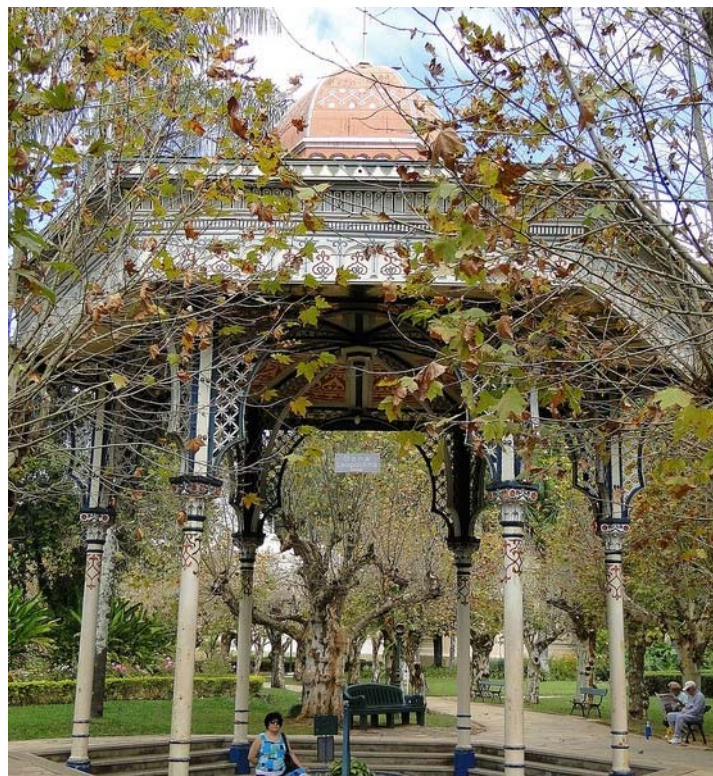


Foto 60 – Fuente Doña Leopoldina – Panorámica (Acervo del autor)

La Fuente Doña Leopoldina está protegida por una reja de hierro. El piso es de cerámica antigua y en estilo greco-romano (Foto 62).



Foto 61 - Fuente Leopoldina – Cúpula (Acervo del autor)



Foto 62 – Fuente Leopoldina – Manantial (Acervo del autor)

Análisis y clasificación. La Fuente Doña Leopoldina, según la Hidrología Médica, está clasificada como carbogaseosa y con predominancia de los iones bicarbonato, calcio y sodio. (Tabla 21 y Gráficos 32 a 34).

BALNEARIO DE CAXAMBU							
MANANTIAL: DOÑA LEOPOLDINA							
SITUACIÓN	POBLACIÓN: CAXAMBU						
	PROVINCIA: MINAS GERAIS / BRASIL						
ANÁLISIS ORGANOLEPTICO							
SABOR	INSÍPIDO						
OLOR	INIDORO						
COLOR	INCOLOR						
PROPIEDADES FISICOQUIMICAS							
TEMPERATURA			° C	23,4			
CONDUCTIVIDAD a 25 °C			μS cm ⁻¹	671			
pH a temperatura del manantial				5,68			
TURBIDEZ			UM	1,3			
RESIDUO SECO a 180 °C							
mg/L		647					
SUSTANCIAS DISUELTAS							
ANIONES				CATIONES			
	mg/L	meq/L	%meq		mg/L	meq/L	%meq
Cl⁻	0,0	0,0	0,0	Na⁺	39	1,697	22,31
F⁻	0,52	0,027	0,36	K⁺	36	0,935	12,30
HCO₃⁻	458,31	7,512	99,09	Li⁺	0,02	0,003	0,04
CO₃⁼	0,0	0,0	0,0	Ca⁺⁺	80,16	4	52,61
NO₃⁻	0,0	0,0	0,0	Mg⁺⁺	10,94	0,900	11,84
SH⁻	-	-	-	Sr⁺⁺	2,99	0,068	0,90
SO₄⁼	2	0,042	0,55	Fe total			
GASES DISUELTOS							
CO₂	mg/L		1021				
SH₂	mg/L		-				
PROPIEDADES DERIVADAS							
DUREZA	mg/L CO ₃ Ca		245,20				
ALCALINIDAD	mg/L CO ₃ Ca		375,66				
CLASIFICACION							
Por su TEMPERATURA	HIPOTERMAL						
Por su MINERALIZACION	MEDIA						
Por su COMPOSICION	Iones predominantes; bicarbonato, calcio y sodio, CARBOGASEOSA						
Por su DUREZA	DURA						

Tabla 21 Fuente Doña Leopoldina - Características físico-químicas

El agua de la Fuente Doña Leopoldina esta indicada para la cura hidropinica y balneoterapia.

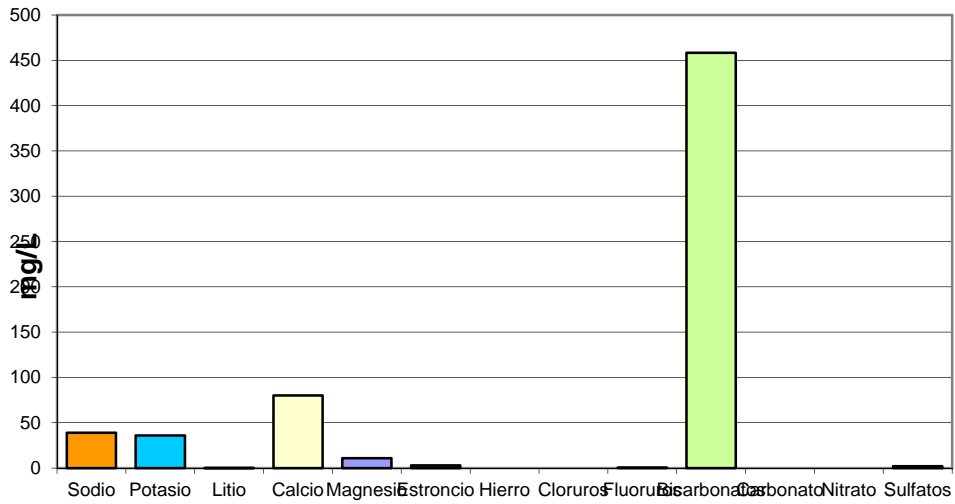


Gráfico 32 - Fuente Doña Leopoldina - Representación valores mg/L

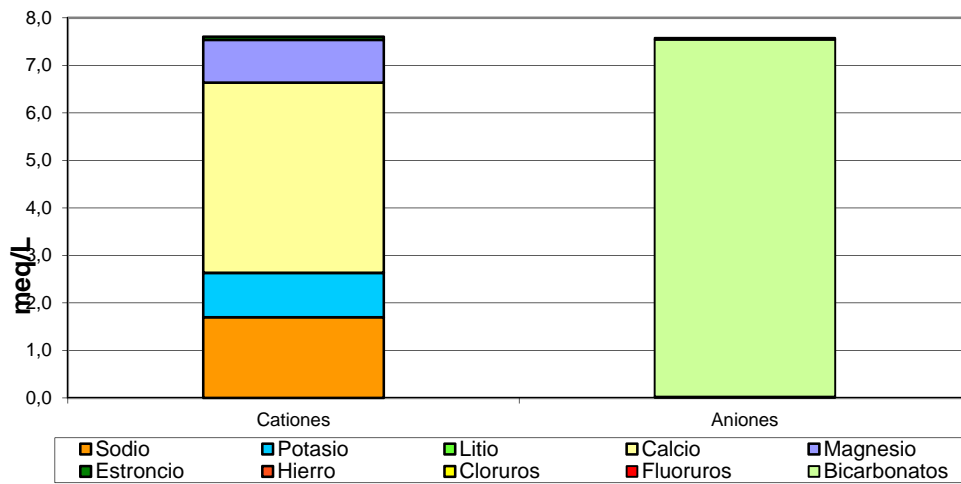
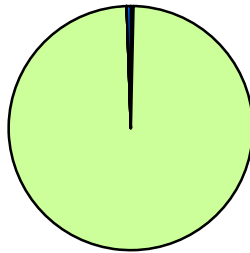


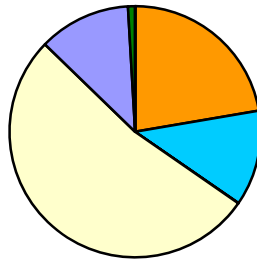
Gráfico 33 - Fuente Doña Leopoldina - Cationes y aniones en meq/L

(% meq/L Aniones)



■ Cloruros	■ Fluoruros	■ Bicarbonatos
■ Carbonato	■ Nitrato	■ Sulfatos

(% meq/L Cationes)



■ Sodio	■ Potasio	■ Litio	■ Calcio
■ Magnesio	■ Estroncio	■ Hierro	

Gráfico 34 - Fuente Doña Leopoldina - Cationes y aniones % mEq/L

Otras características de las fuentes de Caxambu. Siguiendo con nuestros estudios, consideraramos aspectos importantes de las aguas mineromedicinales de Caxambu, entre ellos su temperatura, la profundidad de captación de los manantiales, su clasificación según su mineralización global, de acuerdo con los componentes predominantes (Tablas 22 a 25) (Gráficos 35 y 36), y por último, la mención a la planta de envasado del Agua Mineral Caxambu.

MANANTIALES DE CAXAMBU	
CLASIFICACIÓN SEGÚN LA TEMPERATURA	
HIPOTERMALES	
Fuente Mayrink 2	25,7°C
Fuente Venâncio	25°C
Fuente Mayrink 1	24,8°C
Fuente Duque de Saxe	24,8°C
Fuente Beleza	24,7°C
Fuente Mayrink 3	24,7°C
Fuente Don Pedro	24,5°C
Fuente Ernestina Guedes	24,3°C
Fuente Viotti	24,1°C
Fuente Princesa Isabel	23,6°C
Fuente Leopoldina	23,4°C

Tabla 22- Clasificación de los manantiales según su temperatura

La característica hipotermal de los manantiales se da porque la captación se encuentra bajo los propios fontanários, a excepción de la Fuente Beleza que es captada por debajo del balneario distante cerca de 50 metros.

La mayoría de las captaciones fueron construidas escavándose manualmente el material de recubrimiento hasta llegar a la roca sana, para posteriormente recibir revestimiento de albañilería y recibir la cañería de menor diámetro para extracción del agua directamente de la roca.

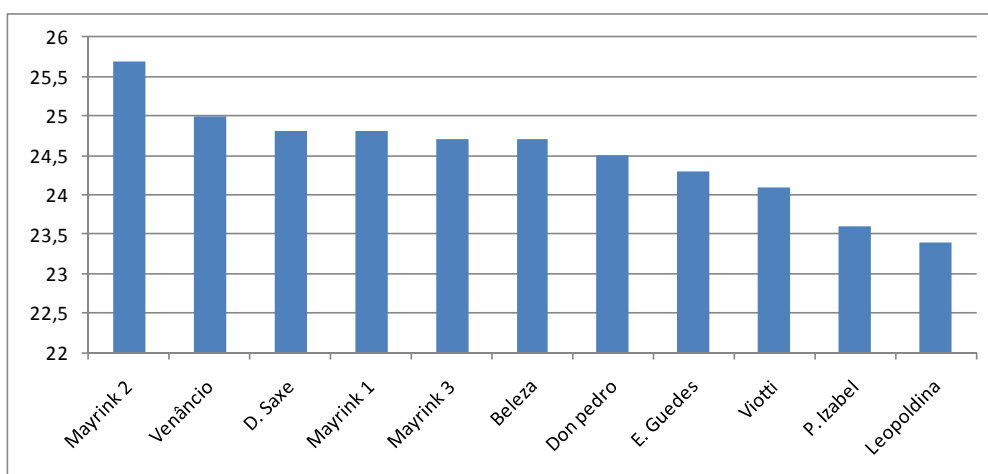


Gráfico 35 - Clasificación de los manantiales según su temperatura

MANANTIALES Y PROFUNDIDAD DE LA CAPTACIÓN	
MANANTIAL	M. PROFUNDIDAD
BELEZA	45
ERNESTINA GUEDES	18
VENANCIO	15
LEOPOLDINA	10
DON PEDRO	9,0
VIOTTI	8,5
MAYRINK 1	6,8
MAYRINK 2 - 3	6,0
PRINCESA ISABEL	6,0
DUQUE DE SAXE	6,0

Tabla 23- Manantiales y profundidad de la captación

Los principales acuíferos son del tipo fracturados discontinuos e intragranulares libres o semi-confinados. La litología predominante de los acuíferos fracturados son gneises, esquistos y cuarcita, y las áreas más propicias para esta ocurrencia de agua subterránea son las intersecciones de fracturas.

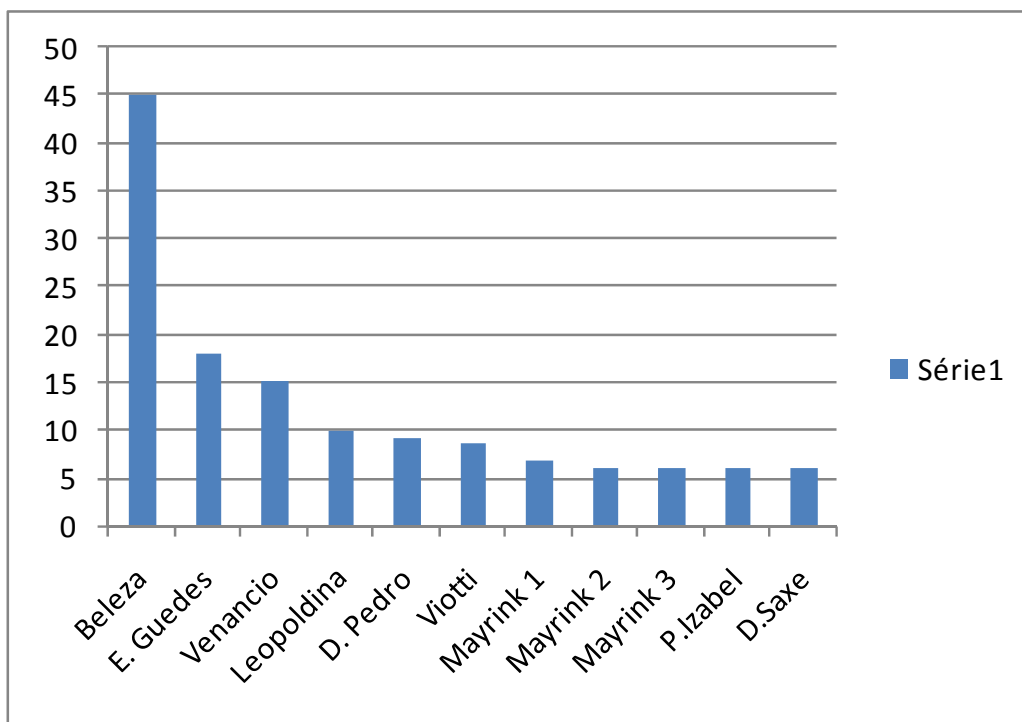


Gráfico 36- Manantiales y profundidad de la captación

CLASIFICACIÓN DE LAS FUENTES SEGÚN LA MINERALIZACIÓN GLOBAL	
OLIGOMETÁLICAS	mg/L
Venâncio	44
Mayrink 3	49
DE MINERALIZACIÓN MUY DÉBIL	mg/L
Mayrink 2	104
Mayrink 1	113
Viotti	202
DE MINERALIZACIÓN DÉBIL	mg/L
Don Pedro	318
DE MINERALIZACIÓN MÉDIA	mg/L
Leopoldina	647
Princesa Isabel	923
DE MINERALIZACIÓN FUERTE	mg/L
Duque de Saxe	1064
Fuente Beleza	1612
Ernestina Guedes	1727

Tabla 24 - Clasificación manantiales según mineralización global

Los acuíferos intergranulares son superficiales, sin mucha importancia como recursos hídricos, pero de extrema influencia en la recarga de los acuíferos fracturados.

La deficiencia en algunos sistemas de captación se debe a que fueron hechos en el inicio del siglo XX y edificados con materiales cerámicos sujetos a rompimientos y deterioración a través del tiempo.

CLASIFICACIÓN SEGÚN LOS COMPONENTES PREDOMINANTES			
BICARBONATADAS	R. Seco 180°	mg/L	% meq
ERNESTINA GUEDES	1727	1311	99,21
FUENTE BELEZA	1612	1237	98,22
DUQUE DE SAXE	1064	1041	98,62
CÁLCICAS	R. Seco 180°	mg/L	% meq
ERNESTINA GUEDES	1727	157	36,29
DUQUE DE SAXE	1064	117	34,09
FUENTE BELEZA	1612	114	27,12
MAGNÉSICAS	R. Seco 180°	mg/L	% meq
ERNESTINA GUEDES	1727	72	27,77
FUENTE BELEZA	1612	69	27,11
DUQUE DE SAXE	1064	64	30,94
FERRUGINOSAS	R. Seco 180°	mg/L	
FUENTE BELEZA	1612	13,7	
PRINCESA ISABEL	923	7,99	
VIOTTI	202	6,09	
CARBOGASEOSAS		mg/L	
DON PEDRO		1467	
MAYRINK 1		1259	
DUQUE DE SAXE		1156	
LEOPOLDINA		1024	
MAYRINK 2		907	
MAYRINK 3		335	
FUENTE BELEZA		280	
ERNESTINA GUEDES		257	

Tabla 25 - Clasificación manantiales - Componentes predominantes

Considerándose que la clasificación más importante, según Maraver & Armijo¹¹⁷, atiende a:

- el contenido aniónico o catiónico predominante;
- la presencia de elementos mineralizantes que, sin ser predominante, puede ejercer efectos sobre el organismo humano;

¹¹⁷Maraver F, Armijo FC. Vademécum II de aguas mineromedicinales españolas. Op. Cit.

- las aguas débilmente mineralizadas, de gran importancia por su actividad diurética o de arrastre.

Según los criterios expuestos arriba, las aguas minerales de Caxambu pueden ser clasificadas como: Bicarbonatadas Sódicas y Cálcicas, Magnésicas, Ferruginosas, Oligominerales y Carbogaseosas, como hemos relatado a lo largo del estudio de cada una de las fuentes.

VIII. DISCUSIÓN

El conocimiento de la existencia de aguas minerales en el Brasil se remonta a la época colonial de los descubridores cuando empezaron a explorar el territorio suramericano. Posteriormente los viajeros-naturalistas, comerciantes responsables por la venta y distribución de mercancías y alimentos, se aproximaron de las regiones donde se extraían oro y piedras preciosas, principalmente en el sur de Minas Gerais, y se encargaron de difundir la existencia de fuentes y manantiales¹¹⁸.

Los conocimientos médico-científicos de las fuentes medicinales del Brasil tuvieron inicio aproximadamente en el año 1808 con la llegada de la familia imperial portuguesa y su nobleza a la ciudad de Rio de Janeiro.

Entre los científicos que se interesaron por las fuentes de aguas mineromedicinales, se encontraba el Barón Von Eschwege, autor de *"Pluto Brasiliensis"*¹¹⁹ anduvo pesquisando las fuentes de termales de Minas Gerais, permaneciendo por más tiempo en el Arrayal de São Domingos do Araxá, donde solicitó al gobierno portugués una especial atención a estas aguas debido a sus excelentes propiedades químicas capaces de curar la lepra, la escabiosis y el reumatismo.

La misma iniciativa tuvo Saint Hilaire¹²⁰ al recorrer la Provincia de Goyaz, poseedora de inúmeras fuentes de aguas termales, relatando *"que las mismas son esencialmente sulfurosas y que podrían ser empleadas en el tratamiento de las enfermedades cutáneas, desgraciadamente muy comunes en Brasil"*.

Otros naturalistas, entre ellos John Luccock (1809), John Emanuel Pohl (1827-1821), Spix y Von Matius (1817-1829), Mauel Ayres Casal (1833), Francis de Castelnau (1843-1847), tuvieron oportunidad de

¹¹⁸Untura M. La história del Termalismo en Brasil. Anal Hidrol Med. 2010; 3;35-45.

¹¹⁹von Eschwege, WL. Pluto Brasiliensis. Brasilien: Biblioteca Nacional. 2008.

¹²⁰Saint-Hilaire A. Viagens às nascentes do Rio São Francisco pela Provincia de Goiáz. São Pablo: CEN; 1937.

estudiar minuciosamente las aguas minerales de Brasil y hacer su informe a la Corona Portuguesa¹²¹.

El prestigio médico, social y cultural de las estancias hidrominerales de Brasil se atribuye, indiscutiblemente, a la familia imperial portuguesa que trajo consigo desde Portugal el hábito de usar las aguas mineromedicinales como forma de tratamiento médico.

De esta manera fueron surgiendo estaciones termales, casi siempre frecuentadas por miembros de la realeza imperial, como por ejemplo Caldas de Cubatão (hoy Caldas da Imperatriz, en el estado de Santa Catarina) donde se construyó el primer hospital termal del país en el año de 1814.

Remontando a la estancia hidromineral de Caxambu, motivo de esta memoria, su actividad termal tuvo inicio aproximadamente en el año 1711. Su Parque de Aguas (Parque Lisandro Carneiro Guimarães) está compuesto actualmente por once fuentes mineromedicinales, distribuidas en aproximadamente doce hectáreas bajo preservación patrimonial estadual.

Ya en el año de 1872, época en que la ciudad vivía su apogeo como ciudad termal, ya había preocupación por parte del Imperio de Brasil y también por los médicos que componían el cuerpo de baños de la ciudad, con la calidad del agua que emanaba de sus fuentes y con la constancia de la temperatura de las aguas en determinados periodos del año, ya que surgían las primeras obras en las captaciones de las fuentes. Esto motivó estudios dirigidos, bilateralmente entre Imperio y médicos, con la finalidad de caracterizar aspectos propios del parque de aguas de Caxambu.

¹²¹Untura M. La história del Termalismo en Brasil. Op.Cit.

En esta época fue que surgió uno de los primeros estudios comparativos referente a la constancia de la temperatura antes y después de las captaciones, realizado paralelamente entre la Comisión del Imperio de Brasil y el Dr. H. Monat¹²², médico crenólogo local, en el período de 1873 a 1894 (Tabla 26). Este estudio bilateral reveló que en aproximadamente 21 años de verificaciones no hubo cambios significativos en el clima local, tampoco en la temperatura del agua de las fuentes minerales de Caxambu. Demostrar la constancia de composición de las aguas constituye un objetivo principal en la evolución de los estudios analíticos¹²³⁻¹²⁴⁻¹²⁵.

	Análisis de la Comisión del Imperio				Análisis del autor			
	1873		1892		1893 (19/abril - 14h)		1894 (27/abril - 14h30)	
	Temp. fuente	Temp. amb.	Temp. fuente	Temp. amb.	Temp. fuente	Temp. amb.	Temp. fuente	Temp. amb.
Fuentes								
Don Pedro	23°	24°	23°	20,5° e 15°	22°	18°	22,5°	19°
Viotti	24,7°	-	24,7° e 19,5°	-	21°	18°	21,5°	19°
Doña Thereza/EG	23°	24°	-	-	-	18°	-	19°
Isabel	23°	24°	22°	20,5° e 14°	23°	18°	24°	19°
Conde D'Eu	22°	24°	22°	-	-	18°	-	19°
Leopoldina	22°	25°	23°	20,5° e 14°	23°	18°	23°	19°
Duque de Saxe	21°	26°	-	-	23°	18°	23,5°	19°
Intermitente/Beleza	20,7°	-	20,7°	20,5° e 19°	21°	18°	21°	19°
Mayrink	-	-	-	-	22°	18°	-	19°

(Temp. fuente = temperatura de la fuente./ Temp. amb = temperatura ambiente)

Tabla 26 - Temperaturas siglo XIX

¹²²Monat H., op. cit.

¹²³Armijo F. Evolución de los análisis de las aguas. Bol Soc Esp Hidrol Méd. 1987;1(2): 57-62.

¹²⁴Armijo F. Historia de los Baños de Arifio a través de sus análisis. Anal Hidrol Med, 2010; 3: 131-158.

¹²⁵Armijo F. Cien años de análisis de las aguas mineromedicinales. Madrid: Complutense. 2012, 361 pp.

CONSTANCIA DE COMPOSICIÓN DE LAS AGUAS SIGLOS XIX, XX y XXI

A través de los años innumerables científicos se propusieron caracterizar, estudiar y evaluar la constancia de los principales elementos contenidos en las aguas mineromedicinales de Caxambu. Órganos gubernamentales estatales y federales, a través de laboratorios acreditados y capacitados en análisis de aguas minerales sometieron cada una de las aguas de las diferentes fuentes a análisis periódicos, sea para cumplir con el Código Brasileño de Aguas, sea para adecuarse a las normativas federales para las buenas prácticas de envase comercial de aguas minerales.

Para la construcción de las tablas de constancia de cada una de las fuentes del Parque de Aguas y de sus elementos predominantes, recurrimos a las publicaciones científicas de Monat¹²⁶, Souza Lopes¹²⁷, Gonsalves et al.¹²⁸, así como de los órganos estatales COMIG (Compañía Mineradora de Minas Gerais), LAMIN (Laboratório de Mineralogia), SCQA (Centro de Sedimentometria e Qualidades de Aguas), CPRM (Compañía de Pesquisas Recursos Minerales) y LPM (Laboratorio de Pesquisas Minerales), cada uno de ellos con su importancia en la época en que actuaban, algunos autores intervenían por iniciativa propia, como procedió Monat, que acompañó la evolución de la temperatura de las fuentes durante las estaciones de los años 1893 y 1894 en contraposición a las mediciones por parte de una Comisión del Imperio de Brasil designada por el Ministerio de Negocios para acompañar las posibles interferencias de las obras de restauración en la composición fisicoquímica y temperatura de las distintas fuentes de agua mineral. En 1931 el Dr. Renato Souza Lopes, médico crenólogo, también contribuyó con la elaboración de datos y tablas

¹²⁶Monat H., op. cit.

¹²⁷ Souza RL. op. cit.

¹²⁸ Gonsalves AD et al., op. cit.

correspondientes a las fuentes de Caxambu. En 1935, Alpheu Gonsalves y colaboradores de la 2ª Sección Estadística de Producción Extractiva del Ministerio de Agricultura de Brasil publicaron datos referentes a las aguas minerales de Brasil que ya se encontraban en fase de exploración establecida o en curso, fuesen ellas aguas minerales termales o no termales.

Las dos publicaciones, *Aguas Mineraes do Brasil*, de Alpheu Gosalves et al.¹²⁹, así como *Aguas Mineraes do Brasi: composição, valor e indicações therapeuticas*, de Renato Souza Lopes¹³⁰ mencionaban los elementos minerales bajo la forma mixta de bicarbonato, carbonato y óxido (ejemplo: bicarbonato de sodio, bicarbonato de hierro, bicarbonato de calcio, etc.).

Para hacer la caracterización y conversión de estos elementos minerales, cuya metodología utilizada en la época no fue mencionada por los autores, recurrimos a los recursos de la química aplicada.

Llevando en consideración que en las aguas minerales de Caxambu predominan el anión bicarbonato, los cationes sodio, calcio, magnesio e hierro, buscamos en la tabla periódica el peso molecular de todos estos elementos y a través de reglas matemáticas obtuvimos el factor de conversión de cada sal compuesto. Así llegamos a valores aproximados a los de la actualidad, y de esta manera se construyó la tabla de constancia que en este momento nos permite acompañar la evolución de la temperatura, composición fisicoquímica de las aguas y de la concentración de carbónico desde el final del siglo XIX hasta el inicio del siglo XXI.

Al analizar las tablas observamos que ni siempre los datos coinciden en su constancia a través de los años y a lo mejor se pueda explicar

¹²⁹ Gonsalves AD et al., op. cit.

¹³⁰ Souza RL. op. cit.

recurriendo a la falta de informaciones detalladas en los análisis realizados en la época, así como la ausencia de referencia sobre la metodología aplicada para caracterizarlas.

Lo mismo ocurrió con la presencia de carbónico, cuyos valores cambiaron con el tiempo; algunas fuentes para más, otra para menos, sin que se encuentre datos científicos adecuados y a lo mejor justificable a través de las edificaciones urbanísticas que ocurrieron de manera desordenada y ni siempre obedeciendo a las leyes municipales que visaban la protección de las áreas de recarga. Cambios climáticos y pluviométricos, y alteraciones en las vegetaciones locales y regionales pueden ser factores relevantes en este caso.

Otros factores, como la falta de manutención adecuada de las captaciones y las intervenciones decurrentes del proceso de envase también contribuyeron para la probable oscilación de algunos elementos minerales contenidos en las aguas de las fuentes en estudio edificados en el inicio del siglo XX. Se recuerda que la deficiencia en algunos sistemas de captación, edificados en el inicio del siglo pasado, con materiales cerámicos y sujetos a rompimiento y deterioración a través del tiempo, fueron en parte responsables por alteraciones fisicoquímicas en estas aguas minerales.

Con la finalidad de comparar los análisis fisicoquímicos de las aguas del Parque de Aguas de Caxambu realizados por los órganos federales de Brasil, sometimos estos análisis a la apreciación del Laboratorio de la Cátedra de Hidrología Médica de la Universidad Complutense de Madrid, bajo la dirección del Profesor Francisco Armijo para la tabulación de los datos (Ver Tablas 27 a 38).

En concordancia con los estudios realizados por la Secretaria de Estado de Minas y Energía de Minas Gerais, en 1999, a través de los Estudios Geoambientales de las Fuentes Hidrominerales de Caxambu y otras

ciudades del sur de Minas Gerais, los análisis fisicoquímicos de las referidas aguas, se evidenció la presencia constante de los iones bicarbonato, sodio, calcio, magnesio y carbónico libre en cantidades suficientes como para clasificarlas como bicarbonatadas, cálcicas, magnésicas o carbogaseosas, o, tales elementos minerales en proporciones que nos permite encuadrarlos en la condición de iones predominantes¹³¹

Fuente Beleza

	1873	1892	1893	1894	1931	1935
T°C	20,7	20,7	21	21	21,8	22
HCO ³					1379,84	1380,18
Na ⁺					126,86	126,91
Ca ⁺⁺					271,45	271,55
Mg ⁺⁺					40,01	40,16
Fe					5,6	5,61
CO ₂					1184	2351
	IMPÉRIO	IMPÉRIO	MONAT	MONAT	ALPHEU	R.S.L.

	1941	1982	1993	1994	1997	2000
T°C	23,3	21,6	23,5	23,5	24,7	24,7
HCO ³	1583,4	1065	1525	1697,32		1237,07
Na ⁺		128,35	116	12,3		136
Ca ⁺⁺		276,41	280	310		114,63
Mg ⁺⁺		40,71	38,5	42		69,5
Fe			4,8	4		13,7
CO ₂	1184			1653,3		280,7
	SCHAFFER		CPRM	CPRM		CSQA/

Tabla 27 - Constancia de composición

Con el propósito de describir las diferentes aguas mineromedicinales distribuidas en el Parque de Aguas de Caxambu, bajo la óptica de la Hidrología Médica y con la finalidad de proceder a detallar sus propiedades terapéuticas, pasamos a abordar las propiedades y características de cada tipo de agua, consecuencia de su mineralización

¹³¹Maraver F, Armijo F. Vademécum II de aguas mineromedicinales españolas. Ob. Cit.

e iones predominantes, que a su vez determinan su mecanismo de acción, técnicas crenoterápicas empleadas, indicaciones y contraindicaciones.

AGUAS BICARBONATADAS

El bicarbonato es considerado el anión que con más frecuencia integra las aguas de interés crenoterápico en la Hidrología Médica. Se hace acompañar de cationes como el sodio, calcio y magnesio, siendo responsable por el origen de las aguas bicarbonatadas sódicas, cálcicas magnésicas y mixtas.

Fuente Conde D'Eu

	1873	1892	1893	1931	1935	1941
T°C	22	24	22			21,7
HCO³				431,52	432	
Na⁺				40,27	40,27	32,76
Ca⁺⁺				78,05	78,05	80,64
Mg⁺⁺				12,13	9,01	12,63
Fe				11,49	11,5	5,74
CO₂				1337	1706	1337,7
	IMPÉRIO	IMPÉRIO	MONAT	ALPHEU	R.S.L.	SCHAFFER

(Hasta 1935, se encontraba sola. En 1936 se integró a la Fuente Princesa Isabel)

Tabla 28 - Constancia de composición

Otros aniones, particularmente el sulfato y el cloruro, dan origen a las aguas bicarbonatadas sulfatadas y bicarbonatadas cloruradas. Sin embargo, otros aniones pueden acompañar el bicarbonato, y en estos casos llamamos de aguas bicarbonatadas mixtas¹³².

Frecuentemente suelen ser acompañadas de carbónico libre, lo que les da la condición de carbogaseosas. El ion bicarbonato, en las aguas minerales de Caxambu, es originario de la disolución de los carbonatos

¹³²Armijo M. Aguas bicarbonatadas. En: Armijo M, San Martín J. Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia. Op.cit.

existentes en las rocas acuíferas por las aguas infiltradas y enriquecidas con ácido carbónico seguido de ácidos húmicos y fúlvicos del suelo¹³³.

En el **aparato digestivo**, su principal indicación es en patologías de la mucosa oral (encías y tejido periodontal), gastrointestinales, hepáticas, y pancreáticas, que cuando administradas por vía oral, tiene la capacidad de neutralizar el ácido clorhídrico a nivel gástrico en patologías hipersecretoras y que cursan con hipermotilidad¹³⁴⁻¹³⁵⁻¹³⁶.

Fuente Don Pedro

	1873	1892	1893	1894	1931	1935
T°C	20,7	20,7	21	21	21,8	22
HCO ³						
Na ⁺						
Ca ⁺⁺						
Mg ⁺⁺						
Fe						
CO ₂						
	IMPÉRIO	IMPÉRIO	MONAT	MONAT	ALPHEU	R.S.L.

	1941	1982	1993	1994	1997	2000
T°C	23,3	21,6	23,5	23,5	24,7	24,7
HCO ³		1065	1525	1697,32		1237,07
Na ⁺		128,35	116	12,3		136
Ca ⁺⁺		276,41	280	310		114,63
Mg ⁺⁺		40,71	38,5	42		69,5
Fe			4,8	4		13,7
CO ₂				1653,3		280,7
	SCHAFFER		CPRM	CPRM		CSQA/

Tabla 29 - Constancia de composición

¹³³ Estudos Geoambientais das Fontes Hidrominerais de Cambuquira, Caxambu, Conceição do Rio Verde, Lambari e São Lourenço. En: Projeto Circuito das Águas do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Minas e Energia; 1999. P.106.

¹³⁴ Maraver F. Importancia terapéutica de las aguas mineromedicinales. In: Maraver F, Aguilera L, Armijo F, Martín AI, Meijide R, Soto J. Vademécum de Aguas Mineromedicinales Españolas. Madrid: ISCIII. 2003, 13-22.

¹³⁵ Gay G, Boulangé M. Crenotherapie et affections digestives. In: Queneau P, Boulangé M, Françon A, Graber-Duvernay B, Laroche C, Oudot J, Roques C. Médecine thermale. Faits et preuves. Paris: Masson; 2000, 129-136.

¹³⁶ Messina B, Grossi F. Cure termali e canale digerente. In: Elementi di Idrologia Medica. Roma: Soc. Ed. Universo; 1984. p. 183-203.

Las aguas bicarbonatadas mixtas son utilizadas en bebida y en balneoterapia. Si son frías se utiliza en patologías gastroduodenales, renales y hepáticas no infecciosas. En la condición de hipertermales, se las utilizan en balneoterapia en patologías osteomioarticulares inflamatorias crónicas¹³⁷.

Fuente Duque de Saxe

	1873	1892	1893	1894	1931	1935
T°C	21	26	23	23,5	24,2	23,9
HCO ³					1,20,10	1025,31
Na ⁺					95,07	95,32
Ca ⁺⁺					201,79	202,02
Mg ⁺⁺					30,01	30,12
Fe						1,52
CO ₂					1293	2155
	IMPÉRIO	IMPÉRIO	MONAT	MONAT	ALPHEU	R.S.L.

	1941	1982	1993	1994	1997	2000
T°C	23,3	23,8		23,8		24,8
HCO ³				1120,97		1041,37
Na ⁺	76,73		80	82		82
Ca ⁺⁺	30,3		192,5	180	117,43	
Mg ⁺⁺				42	64,64	
Fe	0,76		0,73	4		1,65
CO ₂				1727		1156
	SCHAFFER				CSQA	LAMIN

Tabla 30 - Constancia de composición

Las aguas mineromedicinales que se ingieren con finalidad de tratamiento en las afecciones del aparato digestivo tienen sus efectos iniciados desde los primeros sectores que entran en contacto con ellas¹³⁸.

¹³⁷ Messina B, Grossi F. Cure termali e fisiopatología epatobiliare. In: Elementi di Idrologia Medica. Roma: Soc. Ed. Universo. 1984, 205-218.

¹³⁸San Martín J. Armijo M. Curas hidrotermales en Estomatología y afecciones gástricas e intestinales. En: Armijo M, San Martín J. Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia. Madrid: Ed. Complutense. 1994, 388.

Teniendo en cuenta que la mucosa oral, albergando encías y dientes, constituye el inicio del aparato digestivo y por lo tanto sujeta a procesos infecciosos e/o inflamatorios, ve en las aguas bicarbonatadas un recurso terapéutico para tratamiento del dolor, del sangrado o de aumento de la sensibilidad¹³⁹.

Fuente Ernestina Guedes

	1873	1892	1993	1994	2000
T°C	23	24	21,2	24,5	24,3
HCO ³			1335,44		1311,27
Na ⁺			94	90,66	118
Ca ⁺⁺			227,5	193,6	157,11
Mg ⁺⁺			31,5	27,86	72,9
Fe			5	3,97	3,83
CO ₂			1732,33		257,1
	IMPÉRIO	IMPÉRIO			LAMIN

(Hasta 1950, recibió el nombre de Fuente Teresa Cristina)

Tabla 31 - Constancia de composición

Con respecto a las patologías gástricas, las dispepsias se encuadran como el mejor ejemplo de entidad nosológica que se benefician con el uso de estas aguas¹⁴⁰⁻¹⁴¹⁻¹⁴².

Una de las quejas más frecuentes en las dispepsias, principalmente las funcionales y en menor grado las orgánicas, es la dificultad en el proceso de digestión, incluyendo el tiempo de vaciado gástrico. Anti et al¹⁴³ se propusieron a estudiar y evaluar si la terapia hidropínica sería capaz de actuar como facilitadora en los procesos digestivos

¹³⁹García A. Afecciones digestiva. In: AETS. Técnicas y Tecnologías em Hidrología Médica e Hidroterapia. Madrid: ISCIII. 2006, 93.

¹⁴⁰Gasbarrini G, Candelli M, Graziosetto RG, Coccheri S, Di Iorio F, Nappi G. Evaluation of thermal water in patients with functional dyspepsia and irritable bowel syndrome accompanying constipation. World J Gastroenterol. 2006;12(16):2556-62.

¹⁴¹Gasbarrini G, Merra G, Candelli M, Cittadini AR, Sgambato A, Silveri NG, Gasbarrini A. [Evaluation of gastric emptying and gastrointestinal symptoms in dyspeptic patients before and after hydropinic therapy]. Recenti Prog Med. 2010;101(10):389-92.

¹⁴²Cuomo R, Grasso R, Sarnelli G, Capuano G, Nicolai E, Nardone G, Pomponi D, Budillon G, Ierardi E. Effects of carbonated water on functional dyspepsia and constipation. Eur J Gastroenterol Hepatol. 2002;14(9):991-9.

¹⁴³Anti M, Lippi ME, Santarelli L, Gabrielli M, Gasbarrini A, Gasbarrini G. Effects of mineral-water supplementation on gastric emptying of solids in patients with functional dyspepsia assessed with the 13C-octanoic-acid breath test. Hepatogastroenterology. 2004;51(60):1856-9.

acelerando el tiempo de vaciado gástrico. Reclutaron 16 pacientes, 8 de ellos portadores de dispepsia y 8 individuos voluntarios y saludables. Ambos grupos fueron evaluados previamente al estudio y sometidos previamente al test de respiración con el ácido octanóico, aplicable para el estudio del tiempo de vaciado gástrico. Durante 8 días sometió los pacientes dispépticos a la ingestión de 0,5 L / día de agua mineral con alta concentración de minerales. Al final del estudio concluyó que la terapia hidropínica contribuyó para acelerar el tiempo de vaciado gástrico para sólido y mejorar los síntomas gastrointestinales en los pacientes dispépticos, así como una mejora en el *score* de síntomas específicos de dispepsia. Dichos parámetros no se alteraron en los individuos normales.

A conclusiones semejantes llegó Grossi¹⁴⁴ en su estudio referenciando el uso de las aguas minerales en las dispepsias funcionales primarias del estómago y de las vías biliares.

En el año de 1988 J. Valtier¹⁴⁵ demostró y cuantificó el poder antiácido de las aguas minerales de *Vichy-Saint Yorre* y de *Vichy-Célestins*, ambas muy ricas en bicarbonatos (4368 mg/L y 2989 mg/L, respectivamente), y cuyas concentraciones eran suficientes para atribuirles poder antiácido. Este estudio, realizado *in vitro*, con un modelo de "*estómago-duodeno artificial*", anteriormente validado por otros autores¹⁴⁶ permitió analizar la resistencia para la acidificación producida por el contenido gástrico en un vaso de agua bicarbonatada, específicamente la *Vichy Saint-Yorre*, cuya concentración de bicarbonato está alrededor de 4,4 g/L. Se obtuvo resultado semejante con el agua bicarbonatada Vichy-Célestins, pero con menor intensidad

¹⁴⁴Grossi F. [Influence of mineral Waters on functional dyspepsia]. Clin Ter. 1989;129(4):261-70.

¹⁴⁵Valtier J. Celice-Pingaud C. Farinotti R. Évaluation *in vitro* de l'activité antiacide des eaux de Saint-Yorre et de Vichy-Célestins dans le modèle de "l'estomac-duodénum artificiels". Ann Gastroenterol Hepatol. 1998;34:157-63.

¹⁴⁶Valtier J. Lionnet F. Vitre MT. Mignon M. A model of an "artificial stomach" for assessing the characteristics of an antiacid. Aliment Pharmacol Ther. 1988;2; 461-70.

de neutralización de la acidez en virtud de la menor concentración de bicarbonato en agua, que es de aproximadamente 2,98 g/L.

Fuente Leopoldina

	1873	1892	1893	1894	1931	1935
T°C	22	25	23	23		
HCO ³					590,32	473,86
Na ⁺					8,76	46,41
Ca ⁺⁺					15,56	88,72
Mg ⁺⁺					2,62	15,71
Fe					0,06	0,18
CO ₂					725	2000
	IMPÉRIO	IMPÉRIO	MONAT	MONAT	ALPHEU	R.S.L.

	1941	1959	1993	1994	2000	2001
T°C	22,9	23,5	22,2	23,9	23,4	
HCO ³				467,56	458,31	
Na ⁺	37,4		36	37	39	
Ca ⁺⁺	90,18		75,5	76	80,16	
Mg ⁺⁺	15,84		12,4	11	10,94	
Fe				0		
CO ₂				1610,4	304,48	
	SCHAFFER	LPM N°	CPRM	CPRM	CSQA/	

Tabla 32 - Constancia de composición

El efecto antiácido de estas aguas se asemeja, por veces, a los diferentes medicamentos que se usan para bloquear la acidez gástrica, pero difiere considerablemente cuando se usa agua bicarbonatada con baja concentración del ion bicarbonato.

Sin embargo, el uso de estas aguas en los procesos dispépticos causados, por ejemplo, en la enfermedad del reflujo gastro esofágico o en la pirosis postprandial en el cual se desea un efecto antiácido, debe ser visto con cautela ya que los estudios hasta entonces realizados fueron *in vitro* y necesitarían ser evaluados con estudios clínicos controlados. Aparte, sería prudente considerar que el aporte de sodio contenido en las aguas bicarbonatadas debe ser controlado en pacientes portadores de hipertensión arterial, cirrosis hepática con

hipertensión porta, insuficiencia coronaria y otras patologías cardiovasculares sensibles al aporte diario de sodio¹⁴⁷.

Fuente Mayrink 1

	1893	1931	1935	1941	1982	1993
T°C	22	22,3	22,9	24,3	24,3	24
HCO³		79,64	80,09		75,3	
Na⁺		11,5	0,46		7	8
Ca⁺⁺		20	19,88		20,71	18
Mg⁺⁺		3,28	3,4		2,5	2,6
Fe		0,06	0,08			
CO₂		714	871		600	
	MONAT	ALPHEU	R.S.L.	SCHAFFER	LAMIN	CPRM

	1994	1997	2000	2007	2010	
T°C	25	25,2	24,6	24,2	24,8	
HCO³	92,87	90,08	82,75	78,27	100,64	
Na⁺	7,5	5,27	7	6,37	8,22	
Ca⁺⁺	19	17,81	13,63	12,46	15,98	
Mg⁺⁺	2,8	2,88	2,92	2,13	2,69	
Fe	0,07				0,028	
CO₂	1005,62	1099,4		1114,55	1259,41	
	CPRM	LAMIN	CSQA/		LAMIN	

Tabla 33 - Constancia de composición

En la vigencia de una alta concentración de bicarbonato, vale destacar acciones específicas en el organismo cuando se ingiere agua bicarbonatada en bebida. Nassini et al.¹⁴⁸ desarrollarán un estudio con ratones a los cuales les fue inducido un cuadro de hemorragia gástrica a través de la administración de etanol (23 ml/kg), teniendo en cuenta la posibilidad de lesión gástrica a través del mecanismo de estrés oxidativo. Las lesiones fueron analizadas vía macroscópica y microscópica, y observadas después de la administración del etanol.

¹⁴⁷Luft FC, Steinberg U, Ganten D, Meyer KH, Gless RE, Lang NS, Fineberg W, Rascher TH, Unger, Ganten D. Effect of sodium chloride and sodium bicarbonate on blood pressure in stroke-prone spontaneously hypertensive rats. *Clinical Science*. 1988;74, 577-85.

¹⁴⁸Nassini R, André E, Gazzieri D, De Siena G, Zanasi A, Giepetti P, Materazzi S. A bicarbonate-alkaline mineral water protects from ethanol-induced hemorrhagic gastric lesion in mice. *Biol Pharm Bull* 2010; 33(8): 1319-23.

Fueron analizados dos grupos de ratones: al primer grupo no se le permitió la ingesta de agua bicarbonatada antes de la administración de etanol, y al segundo grupo les fue administrado agua bicarbonatada (35 ml/kg) 30 minutos antes de la ingestión de etanol. Se observó que la ingestión de agua mineral bicarbonatada previamente al consumo de etanol redujo la concentración de 4-hidroxi-2-non, que es un subproducto del estrés oxidativo en la mucosa gástrica. La conclusión final fue que la administración preliminar de agua bicarbonatada protege la mucosa contra las probables lesiones hemorrágicas causadas por el etanol, así como evita la acción de elementos causadores del estrés oxidativo, causadores de isquemia de mucosa gástrica.

Fuente Mayrink 2

	1873	1892	1893	1894	1931	1935
T°C	22	22,1	23,4	23,7	24,2	23,8
HCO³					59,32	85,42
Na⁺					8,76	8,96
Ca⁺⁺					15,56	47,9
Mg⁺⁺					2,62	13,62
Fe					0,06	0.006
CO₂					725	801
	IMPÉRIO	IMPÉRIO	MONAT	MONAT	ALPHEU	R.S.L.

	1982	1993	1994	2000	2001	2010
T°C	25,2	24,5	25	25,7	25,2	25,7
HCO³	90,4		102,48	91,49		91,49
Na⁺	8	7,2	7,2	7,35	7,8	7,35
Ca⁺⁺	16,7	15	16	14,08	12,02	14,08
Mg⁺⁺	2,5	2,3	2,6	0,2	2,92	2,43
Fe		0,02	0,03		3,24	
CO₂	747,1		875,93	902,21		907,24
	LAMIN	CPRM	CPRM	COMIG	COMIG	LAMIN/016

Tabla 34 - Constancia de composición

Bertoni et al.¹⁴⁹ evaluaron la influencia del agua alcalina bicarbonatada en los síntomas digestivos de pacientes portadores de dispepsia funcional. Fueron seleccionados pacientes con síntomas compatibles con dispepsias gástricas y sin la presencia de *Helicobacter pylori* en los últimos 3 meses. Los mismos fueron tratados con 1,5 L de agua bicarbonatada por 30 días y analizados según un *score* de síntomas previamente determinados (dolor epigástrico, pirosis retro esternal, plenitud postprandial y distensión gástrica) al inicio y al final del estudio. Llegaron a la conclusión que la mejora fue proporcionada por la acción del bicarbonato, que aumentaría la secreción del pepsinógeno y del tiempo de vaciado gástrico.

Fuente Mayrink 3

	1982	1993	1994	1997	2000	2006	2010
T°C	24,3	25	25	24,8	25	24,3	24,7
HCO³	30,1		96,7	84,93		19,71	34,84
Na⁺	3,4	7	7	5,01	1,9	1,56	2,85
Ca⁺⁺	3,6	15	16,5	14,57	3,21	2,77	5,29
Mg⁺⁺	0,6	2,2	2,6	2,44	0,97	0,53	0,91
Fe		0,02	0,03	0,005	0,7	0,18	0
CO₂	267,3		875,93	917,76		340,2	335,28
	LAMIN	CPRM	CPRM	LAMIN	COMIG	LAMIN	LAMIN/017

Tabla 35 - Constancia de composición

Por lo tanto, mediante un individuo con cuadro dispéptico o gástrico, y con indicación de uso de aguas bicarbonatadas, hay que llevar en cuenta requisitos primarios, tales como definir específicamente el cuadro nosológico, evaluar si solamente la administración del agua como medicamento es suficiente para inhibir el cuadro de acidez gástrica y estipular el tiempo de tratamiento para la cura de la patología de base.

¹⁴⁹Bertoni M, Oliveri F, Manghetti M, Boccolini E, Bellomini MG, Blandizzi C, Bonino F, Del Tacca M. Effects of a bicarbonate-alkaline mineral water on gastric functions and functional dyspepsia: a preclinical and clinical study. *Pharmacol Res.* 2002 Dec; 46(6): 525-31.

En cuanto a los trastornos funcionales intestinales, estas patologías, entre ellas las colitis, recto-colitis ulcerativas, colitis inflamatorias, pueden beneficiarse con el tratamiento termal, justificable ante la posibilidad de hipótesis fisiopatológicas¹⁵⁰ que asocian trastornos de la motricidad, perfil psicológico, factores pro inflamatorios y trastornos de la sensibilidad visceral.

Fuente Princesa Isabel

	1873	1892	1893	1894	1931
T°C	23	22	23	24	
HCO³					966,86
Na⁺					93,98
Ca⁺⁺					177,84
Mg⁺⁺					27,22
Fe					16,97
CO₂					1501
	IMPÉRIO	IMPÉRIO	MONAT	MONAT	ALPHEU

	1935	1941	1993	1994	2000
T°C		21,6	23	23,9	23,6
HCO³	967,81			960,75	865,68
Na⁺	94,03	75,43	62	65	71
Ca⁺⁺	177,98	181,5	145	146	129,46
Mg⁺⁺	27,3	27,52	19,5	18	37,78
Fe	36,92	8,47	10	8,8	7,99
CO₂	2311			1641,75	208,82
	R.S.L.	SCHAFFER	CPRM	CPRM	CSQA/

Tabla 36 - Constancia de composición

Los trastornos funcionales intestinales relacionados con el síndrome del intestino irritable, caracterizados por un desorden de la motilidad intestinal (diarrea o estreñimiento) pueden ser influenciados por el estrés y cambios de las actividades de vida moderna, prevaleciendo la ansiedad, depresión, y los trastornos biopsicosomáticos¹⁵¹⁻¹⁵².

¹⁵⁰Thompson WJ. Pathogenesis and management of the irritable bowel syndrome. In: *Evolving concepts in gastrointestinal motility*. Chanpion MC. Orr WC. Eds. Oxford: BlackwellScience, 1996:200-20.

¹⁵¹Maraver F. Balneoterapia: el remedio del mundo antiguo. In: López Guzmán J (Coord.). Medicamentos, Placebos y Fraudes. Alcalá: faeditorial. 2008, 227-238.

¹⁵²Dubois O, Boulangé M, L o H. Thermalisme hydroth rapie et psychiatrie, Paris: Masson. 2000.

Fornai et al.¹⁵³ investigaron los efectos del agua mineral alcalino bicarbonatadas en modelos experimentales de diarrea y estreñimiento en ratones, inducidos con 16,16 dimethyl prostaglandinaE, y ceolitis inducida con 2,4 dinitrobenzenesulfonic acido. Analizaron el tiempo de vaciado gástrico, el transito del intestino delgado y del colon, y concluyeron que el agua bicarbonatada ejerce efecto benéfico en la motilidad gastrointestinal. Sin embargo, los efectos en el tiempo de vaciado gástrico dependen aun de mecanismos mediados por la gastrina, mientras que las vías serotoninérgicas modularían la funcionalidad del intestino delgado y colon.

Fuente Venâncio

	1941	1993	1994	2000	2001
T°C	25,5	25	25,5	25	
HCO³				23,55	
Na⁺	60,8	77	82	1,9	
Ca⁺⁺	210,6	195	155	38,49	121,84
Mg⁺⁺	22,7	27	23	0,97	0,97
Fe	2,8	2,5	2,3	0,7	1,58
CO₂					
	SCHAFFER	CPRM	CPRM	CSQA/	CSQA/

Tabla 37 - Constancia de composición

Las afecciones hepatobiliares encuentran en las aguas mineromedicinales un arsenal terapéutico a ser utilizado con buenos resultados, siendo que las aguas bicarbonatadas, por su acción antiácida y alcalinizante, ejercen efectos directos sobre las funciones digestivas aumentando las reservas de bicarbonato y facilitando el vaciado biliar, proporcionando un efecto protector sobre la célula

¹⁵³Fornai M, Colucci R, Antonioli L, Ghisu N, Tuccori M, Gori G, Blandizzi C, Del Tacca M. Effects of a bicarbonate-alkaline mineral water on digestive motility gastrointestinal disorders - Methods Find Exp Clin Pharmacol. 2008 May; 30(4): 261-9.

hepática, mejora la función glucogénica y la acción de la insulina¹⁵⁴⁻¹⁵⁵, entre otras acciones importantes.

Fuente Viotti

	1873	1892	1893	1894	1931	1935
T°C	24,7	24,7	21	21,5	22,3	22,4
HCO ³					125,25	98,09
Na ⁺					11,5	11,68
Ca ⁺⁺					24,45	24,45
Mg ⁺⁺					3,93	3,96
Fe					0,094	0,11
CO ₂					944	1056
	IMPÉRIO	IMPÉRIO	MONAT	MONAT	ALPHEU	R.S.L.

	1941	1959	1993	1994	1997	2000
T°C	23,9	24	23,2	24,3	24,1	24,1
HCO ³		128,1		134,5		119,67
Na ⁺		9,5				12
Ca ⁺⁺	25	21,2	25	21/22,2		21,8
Mg ⁺⁺	4	7,39	3,7	3		4,13
Fe	0,06		0,02	0,03	0,04	6,09
CO ₂		853		130,66		1056
	SCHAFFER	LPM N°	CPRM	CPRM		CSQA/

Tabla 38 - Constancia de composición

Específicamente en nivel de vesícula biliar, Bellini *et al.*¹⁵⁶ evaluó el efecto del agua mineral alcalina bicarbonatada sobre el vaciado vesicular. A diez voluntarios se les administró 400 ml de agua bicarbonatada o solución salina (400 ml). A través de ultrasonografía se evaluó el tamaño de la vesícula biliar a los 15, 30, 45, 60, 90 y 120 minutos, después de la toma del agua bicarbonatada o solución salina. Pasado siete días, se repitió el test. Fueron evaluados el volumen vesicular en ayunas, el volumen residual, el vaciado completo y el

¹⁵⁴Armijo M. Curas hidrotermales en afecciones hepáticas y de vías biliares. En: Armijo M, San Martín J. Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia. Madrid: Ed. Complutense. 1994. p.397.

¹⁵⁵Debray C, De la Tour C, Vaille C, Rozé C, Souhard M. Action de l'insuline, seule et en présence d'eau bicarbonatée sodique sur la sécrétion pancréatique et biliaire chez le rat. Therapie 1969; 14: 283-95.

¹⁵⁶Bellini M, Sparato M, Costa F, Tumino E, Ciapparrone G, Flaudolli F, Rucco M, Maltinti G, Marchi S. Gallbladder motility following intake of mineral bicarbonate-alkaline water - Ultrasonographic assessment. Minerva Med 1995 Mar; 86(3): 75-80.

porcentaje máximo de vaciado. Se observó que el volumen de la vesícula biliar fue significativamente reducido a los 15, 30, 45 y 60 minutos después de la administración de agua bicarbonatada alcalina, mientras que los pacientes a los que les fue administrado solución salina no presentaron reducción del volumen de la vesícula biliar. El estudio concluyó que la administración de agua bicarbonatada produce una mejora de la dispepsia inducida por la discinesia biliar, y por otra parte colabora en la prevención y tratamiento de la litiasis biliar.

La cura balnearia no es recomendada en la fase aguda, sea por inflamación, hemorragia, proceso tumoral o necrótico, y se utiliza solamente cuando ya ha pasado esta fase aguda¹⁵⁷. Está indicada para ofertar al paciente un ambiente favorable y de reposo; así como el uso de un agua adecuada proporciona al individuo también una protección de la célula hepática asociada a un proceso estimulante de drenaje de las vías biliares. Las aguas mineromedicinales actúan por estimulación enzimática de la carga celular en peroxidasas, con importante función antitóxica; en secuelas de las hepatitis con las manifestaciones generales de astenia, cansancio, adelgazamiento, irritabilidad, etc., donde serían de extrema utilidad el uso de las aguas bicarbonatadas.

A nivel intestinal, es necesario recordar que las afecciones intestinales pueden estar presentes en locales distintos del intestino, como el intestino delgado e intestino grueso, causando las enteritis y las colitis, respectivamente. Los procesos que se benefician y pueden ser tratados con técnicas crenoterápicas son aquellos caracterizados por presentar alteraciones del tránsito, ya sea por exceso o por defecto¹⁵⁸. Las diarreas constituyen, casi siempre, un mecanismo de defensa del organismo cuando se hace necesario la expulsión de elementos

¹⁵⁷ Martín AI. Contraindicaciones del termalismo. In: Maraver F, Aguilera L, Armijo F, Martín AI, Meijide R, Soto J. Vademécum de Aguas Mineromedicinales Españolas. Madrid: ISCIII. 2003, 37-45.

¹⁵⁸ Armijo M. Crenoclimatoterapia de las afecciones gastrointestinales. En: Armijo M. Compendio de Hidrología Médica. Madrid: Ed. Científico-Médica; 1968. p305.

nocivos, y frecuentemente puede ser un síntoma relacionado a otras patologías inflamatorias intestinales, como la colitis, recto-colitis, patologías metabólicas como la amiloidosis, etc. En estos casos, con la presencia de dolor y/o cólicos, estarían indicadas las aguas bicarbonatadas mistas y aguas radiactivas oligominerales.

El estreñimiento o constipación está caracterizado por la deposición retardada e infrecuente de heces de consistencia anormal y de difícil evacuación. En la mayoría de las veces las causas se relacionan con hábitos alimentarios inadecuados, estrés, ansiedad, secuelas de enfermedades inflamatorias, colecistopatías y trastornos gástricos.

La cura hidrotermal, casi siempre se comporta como un proceso alternativo y sintomático, excepto cuando dependientes de colecistopatías o alteraciones gástricas donde algunas aguas, tales como las bicarbonatadas mixtas y las sulfurado sódicas encontrarían indicación. Condición frecuente es la presencia de atonía intestinal, sea por hipoperistaltismo u otra causa, con indicación precisa de las aguas sulfatadas que actuarían fluidificando las heces al favorecer la entrada de agua en la luz intestinal.

Frecuentemente la evolución final del estreñimiento da lugar a la aparición de hemorroides, caracterizadas por dilataciones del plexo venoso de la mucosa anal (internas o externas), ampliamente favorecidas con la utilización de aguas termales en la forma de duchas locales en la región perineal.

El Síndrome de intestino irritable se caracteriza como un desorden de la dinámica de la motilidad intestinal, influenciada, a veces, por los hábitos de la vida moderna, el estrés, prevalencia de trastornos de ansiedad y depresión. La cura hidrotermal está dirigida a someter el individuo a un tratamiento en balneario, lejos de su hábitat habitual,

actuando sobre las causas de base y administrando aguas con acción sedativa¹⁵⁹.

Como hemos referido anteriormente, las aguas bicarbonatadas se acompañan a veces del catión magnesio. El magnesio en el organismo responde por varias funciones vitales, entre ellas la integridad de sistema neuromuscular, la dinámica del ritmo cardíaco, el mantenimiento del ritmo intestinal, actúa como depresor del sistema nervioso y como inductor de varios sistemas enzimáticos, entre ellos la colinesterasa, acetilcolina y adenosintrifosfatasa. Otro dato de extremo interés radica en el hecho de que personas con edad avanzada presentan una baja ingestión dietética de magnesio, acompañado de una deficiencia de la absorción intestinal y aumento de la excreción urinaria.

Sabatier et al.¹⁶⁰ en su estudio sobre consumo de magnesio en aguas minerales, observó que la ingestión de cantidades fraccionadas varias veces al día (aproximadamente 7 porciones de 210 ml) resulta una manera eficaz de aumentar la biodisponibilidad de magnesio en el organismo, comparado a si las tomas diarias son de 750 ml.

La deficiencia de magnesio en el organismo puede resultar desencadenar hiperlipemia, hipertensión arterial y diabetes mellitus tipo II, según el estudio realizado por Rasic-Milutinovic et al.¹⁶¹, este estudio evaluó el contenido de magnesio en aguas potables y comparó su concentración en pacientes portadores de hiperlipemias, obesidad y síndrome metabólica por un lado, y por otro lado pacientes sanos. Fueron reclutados 90 pacientes con edad entre 20 y 50 años residentes en una región de Serbia. Los que habitaban la región de Pozarec

¹⁵⁹ Maraver F. Importancia de la medicina termal. *Balnea*. 2008;4:35-50.

¹⁶⁰ Sabatier M, Grandvilllemin A, Kastenmayer P, Aeschilemann JM, Bouisset F, Aranaud MJ, Dumolin G, Berthelot A. Influence of the consumption pattern of magnesium-rich mineral water on magnesium bioavailability. *Br J Nutr* 2011 Aug; 106(3): 331-4.

¹⁶¹ Rasic-Milutinovic Z, Perunicic-Pekovic G, Jovanovic D, Gluvic Z, Cankovic-Kadijevic M. Association of blood pressure and metabolic syndrome component a with magnesium levels in drinking water in some Serbian municipalities. *J Water Health* 2012 Mar; 10(1): 161-9.

disponían de agua potable con cantidades de magnesio 4 veces mayor que las demás regiones en estudio. Concluyeron que la presión arterial diastólica fue menor en individuos de la región de Pozarec (con agua rica en magnesio), así como las tasas de colesterol. La suplementación de magnesio en regiones con baja cantidad de magnesio en el agua potable puede ser una medida de interés sanitario para la prevención de hipertensión arterial y síndrome metabólico.

Sin embargo, la presencia del magnesio en el agua mineral suscita discusiones y comentarios, como el trabajo publicado por Sabatier et al.¹⁶² cuestionando el artículo de Verhas et al.¹⁶³, publicado en 2002 que, a su vez, estudió la biodisponibilidad del magnesio a partir del agua mineral. El test fue realizado con 300 ml conteniendo 1,2 nmol de Mg. utilizando un radioisótopo de Mg administrado por vía oral y en la forma intravenosa en 2 sesiones separadas. La absorción del magnesio fue estimada en 59,1+/- . El autor menciona que en el trabajo de Verhas et al., se trabajó en una comparación de métodos isotópicos estables para la determinación de la absorción de magnesio en hombres, y hace algunos comentarios relacionados con la metodología utilizada por el mismo. El autor también resalta que la absorción de magnesio es principalmente dosis dependiente y hace comparaciones entre las diferentes dificultades en este estudio.

Karagülle et al.¹⁶⁴ inició un estudio cuyo objetivo era medir la absorción de magnesio en pacientes sanos utilizando aguas con concentraciones distintas de este mineral, comparando con aguas de baja mineralización y el uso de pastillas de magnesio. Se trata de un estudio randomizado, controlado, doble ciego, en un diseño *cross-over* con

¹⁶² Sabatier M, Arnaud MJ, Turnlund JR. Magnesium absorption from mineral water. Eur J Clin Nutr. 2003;57:801-2.

¹⁶³ Verhas M, De La Gueronniere V, Grognet JM, Paternot J, Hermanne A, Van Den Winkel P, Ghedolf R, Martin P, Fantino M, Rayssiguier Y. Magnesium bioavailability from mineral water. A study in adult men. Eur J Clin Nutr. 2002 May;56(5):442-7.

¹⁶⁴ Karagülle O, Kleczka T, Vidal C, Candir F, Gundermann G, Kulpmann WR, Gehrke A, Gutenbrunner C. Magnesium absorption from mineral Waters of diferente magnesium contente in healthy subjects. Forsch Komplementärmed 2006;13:9-14.

control adicional usando pastillas de magnesio. Fueron seleccionados 22 hombres sanos, voluntarios y con edad entre 23 y 46 años. Después de un desayuno protocolizado, cada participante recibió 500 ml de una de las dos aguas minerales ricas en magnesio (281 y 120 mg/L). Como condición de control, se utilizó un agua mineral con baja concentración de minerales (8 mg/L), pastillas con magnesio (Magnesium-Diasporal®) fueron usadas para comparaciones adicionales. Hubo cambios significativos en los niveles séricos de Mg en primeras 4 horas entre los grupos ($p=0,030$). Los valores medios difirieron entre las condiciones del agua mineral rica en magnesio y las condiciones del grupo control, sin embargo no atingieron significancia estadística ($p=0,055$). La conclusión a que se llegó fue que el magnesio en las aguas minerales puede ser fácilmente absorbido y la tasa de su absorción es similar a aquella observada en la preparación farmacéutica.

En Noruega, Dahl et al.¹⁶⁵ Han publicado un trabajo asociado al grupo NOREPOS (Norwegian Epidemiologic Osteoporosis Studies), mencionando que este país tiene un alta incidencia de fractura de cadera, y esta incidencia varía con el grado de urbanización. Esta variabilidad puede indicar una diferencia de los factores ambientales, quizá una característica en las concentraciones de calcio y magnesio en las aguas de beber ofertadas en la red pública por los municipios. Una investigación para verificar los niveles de diferentes minerales en estas aguas fue realizada entre los años de 1986 y 1991. Estas aguas abastecían aproximadamente el 64 % de la población de Noruega y donde fueron relacionados casos de fractura de cadera atendidos en hospitales distribuidos por todo el país, entre 1994 y 2000. Aproximadamente 5472 hombres y 13604 mujeres, con edad entre 50

¹⁶⁵ Dahl C, Sogaard AJ, Tell GS, Flaten TP, Hongve D, Omsland TK, Holvik K, Meyer HE, Aamondt G. Nationwide data on municipal drinking water and hip fracture: Could calcium and magnesium be protective? A NOREPOS study. *Bone*. 2013 Nov;57(1):84-91.

y 85 años sufrieron fracturas de cadera. Para el estudio fueron utilizados modelos de regresión de ajustados para la edad, grado de urbanización, tipo de fuente de agua y pH del agua.

Las concentraciones de calcio y magnesio en el agua de beber son generalmente bajas. Una asociación inversa fue encontrada entre la concentración de magnesio y riesgo de fractura de cadera en ambos géneros, pero ninguna asociación consistente entre el calcio y riesgo de fractura de cadera fue observado en el estudio.

La asociación entre magnesio y fractura de cadera no explica la variabilidad en el riesgo de fractura de cadera entre las regiones urbanas y rurales. El magnesio en el agua de beber puede tener una acción protectora contra fracturas de cadera, sin embargo esta asociación necesita de mejores investigaciones.

Con respecto al **sistema renal y urinario**, algunas aguas mineromedicinales ejercen acciones específicas¹⁶⁶, entre ellas en el mecanismo de arrastre de sustancias provenientes del filtrado renal, inducen a cambios en el pH urinario permitiendo que determinados cristales no se depositen en las estructuras provocando la formación de cálculos, restablecen la integridad del árbol urinario después de procesos infecciosos y/o inflamatorios¹⁶⁷⁻¹⁶⁸.

Es de extrema importancia el diagnóstico clínico y de laboratorio de las patologías renales o del árbol urinario y determinar cual o cuales tipos de aguas están indicadas, su mecanismo de acción, la mejor técnica de utilización y sus contraindicaciones¹⁶⁹.

¹⁶⁶ Messina B, Grossi F. Acque oligominerale. In: Elementi di Idrologia Medica. Roma: Soc. Ed. Universo. 1984, 103-112.

¹⁶⁷ Armijo M, San Martín J. Curas hidrotermales en afecciones renales y de vías urinarias. En: Armijo M, San Martín J. Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia. Madrid: Ed. Complutense. 1994, 407-413.

¹⁶⁸ Messina B, Grossi F. Cure termali e apparato uropoietico. In: Elementi di Idrologia Medica. Roma: Soc. Ed. Universo. 1984, 249-263.

¹⁶⁹ Guillén J, Cebrián A. Afecciones renales y urinarias. In: AETS. Técnicas y tecnologías en Hidrología Médica e Hidroterapia. Madrid: ISCIII. 2006, 87.

Indudablemente una de las patologías renales que más se beneficia con la ingestión de aguas mineromedicinales es la litiasis urinaria, frecuente entre la tercera y quinta década de la vida, caracterizada por el depósito de diferentes sales en los túbulos renales y que, cuando adquieren un determinado tamaño, se desprenden, migran hacia la pelvis renal, uréter, vejiga, uretra, siendo causa de dolor, cólicos, hemorragias y, si no son tratadas adecuadamente, pueden evolucionar hacia una insuficiencia renal¹⁷⁰.

Los cálculos pueden ser de oxalato de calcio, urato monosódico, cistina, estruvita o mixtos. Los de estruvita, cuando adquieren un gran tamaño, ocupan la pelvis renal y son denominados cálculos coraliformes.

Petraccia et al.¹⁷¹, en un estudio realizado en el año 2005 en Italia, enfatiza la epidemiología, etiopatogenia, fisiopatogenia en las urolitiasis y el valor de la caracterización de los componentes litogénicos y antilitogénicos en la orina. Según los autores, las aguas usadas en la terapia de arrastre son las aguas oligominerales y en las litiasis por uratos la mejor indicación serían las aguas minerales bicarbonatadas. Es de extrema importancia resaltar que, paralelo al tratamiento hidropinico, se proceda a la corrección de trastornos metabólicos y endocrinos que son factores etiológicos y patogénicos en las litiasis. Sin embargo, no siempre la acidificación de la orina resulta de prevención del depósito de sales de oxalato de calcio.

Karagülle et al.¹⁷² en su estudio clínico sobre el efecto de las aguas minerales bicarbonatadas en el riesgo de formación de cálculos urinarios en pacientes con varios episodios de litiasis por oxalato de

¹⁷⁰ Baguet JC. Crenotherapie en uro-nephrologie. In: Queneau P, Boulangé M, Françon A, Graber-Duvernay B, Laroche C, Oudot J, Roques C. Médecine thermale. Faits et preuves. Paris: Masson. 2000, 145-148.

¹⁷¹ Petraccia L, Menuni G, Fontana M, Fraioli A. [Spa therapy in urolithiasis]. Clin Ter. 2005;156(5):231-3.

¹⁷² Karagülle O, Smorag U, Candir F, Gundermann G, Jonas U, Becker AJ, Gehrke A, Gutenbrunner C. Clinical study on the effect of mineral waters containing bicarbonate on the risk of urinary stone formation in patients with multiple episodes of CaOx-urolithiasis. World J Urol. 2007;25(3):315-23.

calcio, seleccionó 34 pacientes portadores de calculosis renal por CaOx y que fueron divididos en dos grupos. Uno de ellos recibió agua bicarbonatada (1,5 L) con 2.673 mg/L de HCO³ y otro grupo recibió la misma cantidad de agua bicarbonatada (1,5L) pero con una concentración de 98 mg/L de HCO³. El periodo de uso fue de 3 días, durante el cual los dos grupos fueron sometidos a una misma dieta alimentaria. El objetivo era averiguar la cantidad de oxalato de calcio en la orina de 24 horas (oxaluria), a parte la medición del pH y otros elementos, tales como el citrato, magnesio, calcio y el propio oxalato. Se observó que ambas aguas indujeron a un incremento del volumen urinario, seguido de una disminución del riesgo de formación de cálculos por cristales de urato monosódico (ácido úrico) propiciado por la ingestión de agua bicarbonatada y la consecuente alcalinización de la orina. Sin embargo, a pesar del aumento del pH urinario se observó que no hubo aumento del riesgo de formación y precipitación de cristales de oxalato de calcio en los pacientes del grupo control y portadores de múltiples episodios de litiasis por CaOx.

Para seguir con la afirmación de que algunas determinadas aguas mineromedicinales, principalmente las que contienen calcio¹⁷³, magnesio y bicarbonato, provocan cambios en la composición de la orina, y por consiguiente, intervienen en la precipitación y formación de cálculos de oxalato de calcio, Siener et al.¹⁷⁴ evaluaron el efecto de un agua rica en magnesio (337 mg/L), calcio (232 mg/L) y bicarbonato (3388 mg/L) en la composición de la orina y el riesgo de formación de cálculos por oxalato de calcio. Fueron seleccionados 12 individuos sanos para participar en el estudio, durante su fase inicial los individuos se recogieron 2 muestras de orina cada 2 horas y se instituyó una dieta estándar. A lo largo de la fase de tests, que duró 5 días, el grupo

¹⁷³ Ackermann D, Baumann JM, Futterlieb A, Zingg EJ. Influence of calcium content in mineral water on chemistry and crystallization conditions in urine of calcium stone formers. *Eur Urol.* 1988;14(4):305-8.

¹⁷⁴ Siener R, Jahnen A, Hesse A. Influence of a mineral water rich in calcium, magnesium and bicarbonate on urine composition and the risk of calcium oxalate crystallization. *Eur J Clin Nutr.* 2004;58(2):270-6.

control, recibió una dieta estandarizada calculada de acuerdo con las recomendaciones. Durante la fase de control, los individuos consumieron 1,4L de un té de frutas neutras, que fue sustituido por un volumen igual de un agua mineral durante la fase de test. En la fase de acompañamiento los individuos continuaron bebiendo 1,4L/día de agua mineral en su dieta habitual y recogidas muestras de orina de 24 horas. Los resultados obtenidos evidenciaron que durante la ingestión del agua mineral hubo un aumento del pH urinario, del magnesio y de la excreción de citratos. La conclusión a que llegaron los autores fue que el magnesio y el bicarbonato contenido en el agua contribuyó para que hubiera cambios en el pH urinario, en la excreción de citrato y magnesio, pero no en los valores de oxalato de calcio en la orina de 24 horas.

Es hecho consumado que los médicos urólogos orientan sus pacientes con cálculos renales a ingerir grandes cantidades de agua, principalmente cuando estos presentan en su análisis bioquímica las sales de calcio¹⁷⁵. En este estudio se trató de orientar los pacientes en relación a su alimentación, principalmente la disminución de los alimentos lácteos y el hábito de ingerir aguas que tengan como función el mecanismo de arrastre, pero sin grandes cambios en el pH urinario.

Está comprobado que una baja ingestión de líquidos conduce a la posibilidad de formación de cálculos urinarios¹⁷⁶. Desde la antigüedad se intenta probar que aumentar la ingestión de agua es la mejor prevención para la formación de cálculos. Este estudio evalúa, desde el punto de vista epidemiológico, el impacto que la ingestión de agua ejerce sobre los factores de riesgo en la orina con propensión litogénica y calculosis recurrentes. La revisión de la literatura evidencia que sí

¹⁷⁵ Hubert J, Hubert C, Jungers P, Daudon M, Hartemann P. [Drinking water and urinary stones. Wich drinking water and wich modalities of diuresis?]. Prog Urol. 2002 Sep; 12(4): 692-9.

¹⁷⁶ Borghi L, Meschi T, Schianti T, Briganti A, Guerra A, Allegri F, Novarini A. Urine volume: stone risk factor and preventive measure. Nephron. 1999;81:Suppl 1:31-7.

existe relación entre el aumento de volumen urinario y el efecto preventivo en la litogénesis urinaria. La dilución de la orina es extremadamente responsable por la reducción de las sales formadoras de cálculos. Obviamente que esta terapéutica debe preceder una evaluación clínica para que se determine el tipo bioquímico del cálculo y por consiguiente el agua ideal a ser usada.

Estudio paralelo realizado por Ljunghall et al.¹⁷⁷ trata de discutir, desde el punto de vista de la medicina hidrológica y considerando la fisicoquímica de la génesis de los cálculos urinarios, si la ingestión de un gran volumen de agua debería reducir la propensión a la cristalización, desarrollo y formación de los cálculos. En este trabajo fueron evaluados 115 individuos con propensión litogénica renal y fueron sometidos a seguimiento durante un período de 6 meses sin cualquier tratamiento paralelo que no sea la orientación de ingerir una gran cantidad de líquido durante el día. La tasa de recurrencia estaba alrededor del 23% pero este estudio no comprobó que una alta ingestión de agua contribuyera para una menor incidencia en la formación de cálculos, hecho comprobado cuando se analizaron los datos de los individuos que ingirieron pequeñas cantidades de diarias de agua.

La investigación de Bertaccini y Borghesi¹⁷⁸, en su estudio sobre la influencia de un agua rica en bicarbonato (Cerelia), con concentración de 119,7 mg/L de Ca⁺⁺ y de 412 mg/L de HCO³ en la prevención de cálculos urinarios, llegaron a la conclusión de que la alta ingestión de esta agua actuaría como factor profiláctico en la génesis de los cálculos urinarios. Mayores concentraciones de bicarbonato aumentan el pH urinario y la excreción de citratos, llevando a una eliminación más

¹⁷⁷ Ljunghall S, Fellström B, Johansson G. Prevention of renal stones by a high fluid intake?. Eur Urol. 1998;14(5):381-5.

¹⁷⁸ Bertaccini A, Borghesi M. Indications for a médium mineral high bicarbonate water (Cerelia) in urology. Arch Ital Urol Androl. 2009;81(3):192-4.

acentuada de urato y calcio en la orina, y por consiguiente una disminución de las tasas plasmáticas de ácido úrico.

A conclusiones semejantes llegaron Kessler y Hesse¹⁷⁹ cuando usaron agua bicarbonatada como elemento de prevención en la formación de cálculos urinarios recurrentes.

Entre los protocolos terapéuticos de la litiasis urinaria no se debe olvidar el aspecto nutricional en la prevención de cálculos por oxalato de calcio, fosfato y ácido úrico¹⁸⁰. Una dieta desequilibrada colabora con el aporte de elementos litogénicos causando hipercalciuria, hiperoxaluria, hiperuricosuria, hipocitraturia y un pH excesivamente ácido. A través de los tiempos estas distorsiones nutricionales pueden contribuir para la recurrencia de los fenómenos litogénicos. Este trabajo aborda la importancia de modificarse algunos hábitos de vida, entre ellos priorizar la baja de peso corporal, la ingestión de agua (adecuada a los elementos que componen el cálculo) y una dieta alimentaria equilibrada y adecuada.

Otra posibilidad que contribuye para la formación de cálculos renales es en pacientes con enfermedad intestinal, principalmente los que se sometieron a resección de parte de su tracto intestinal¹⁸¹⁻¹⁸². La incidencia de cálculos de CaOx es mayor debido a una pérdida más acentuada de agua y de otros sales por las heces diarreicas, lo que conduce a un reducido volumen de orina. También se observó que disminuyó la absorción y excreción de citrato y magnesio, cuya función es de actuar como inhibidores de la formación de cálculos de CaOx. Lo mismo acontece con pacientes intervenidos en resección de colon, cuya

¹⁷⁹ Kessler T, Hesse A. Cross-over study of the influence of bicarbonate-rich mineral water on urinary composition in comparison with sodium potassium citrate in healthy male subjects. *Br J Nutr.* 2000;84(6):865-71.

¹⁸⁰ Meschi T, Schianti T, Ridolo E, Adorni G, Allegri F, Guerra A, Novarini A, Borghi L. Body weight, diet and water intake in preventing stone disease. *Urol Int.* 2004; 72 Suppl 1:29-33

¹⁸¹ Normén L, Arnaud MJ, Carlsson NG, Andersson H. Small bowel absorption of magnesium and calcium sulphate from a natural mineral water in subjects with ileostomy. *Eur J Nutr.* 2006;45(2):105-12.

¹⁸² Worcester EM. Stones from bowel disease. *Endocrinol Metab Clin North Am.* 2002 Dec;31(4):979-99.

pérdida de agua y bicarbonato por la posible colostomía llevaría a un bajo volumen de orina seguido de aumento del pH urinario, disminución de la solubilidad del ácido úrico, provocando la precipitación de los cristales de urato y formación de cálculos renales. Las intervenciones clínicas requieren la alcalinización de la orina para elevar el pH aproximadamente a 7,1 – 7,2, y si es posible, aumentar el volumen de agua ingerida.

Otras patologías del aparato merecen ser mencionadas en este apartado, entre ellas el síndrome nefrótico, la insuficiencia renal aguda y crónica, las nefropatías intersticiales, las nefropatías por reflujo, las glomerulonefritis, las tubulopatías y, finalmente, las infecciones urinarias.

Debido a un difícil contexto fisiopatológico en estas patologías, ni siempre existe la posibilidad de usar aguas mineromedicinales en estas entidades patológicas.

En las tubulopatías existe una real imposibilidad de reabsorber el bicarbonato, por donde estaría indicado el uso de aguas bicarbonatadas diuréticas.

Las infecciones urinarias, masculinas y femeninas, tales como las cistitis, las prostatitis, las pielonefritis, encuentran indicación de cura termal pasado el período infeccioso y de término de uso de los antibióticos. Las aguas de arrastre colaboran en el barrido de las impurezas provenientes del filtrado renal y las más indicadas son las oligominerales. En el caso de prostatitis estaría también indicado duchas en la región del perineo como conducta para mejorar la sensación de peso en esta región.

Entre las **afecciones metabólicas y endocrinas**, algunas se caracterizan por presentar una buena respuesta a la terapia con aguas mineromedicinales.

El metabolismo óseo es uno de los que se benefician con la terapia hidropínica, principalmente cuando se utilizan aguas con alta concentración de minerales, entre ellos el calcio y el bicarbonato, influenciando de esta manera en el metabolismo óseo cuando ingeridas regularmente¹⁸³. El calcio contenido en el agua mineral tiene la propiedad de inhibir la paratohormona (PTH) y la reabsorción del hueso a mediano y largo plazo. Sin embargo el fluoruro, cuando está presente, interfiere en la arquitectura ósea dando el aspecto de "hueso marmoleado o jaspeado", o sea, un hueso muy duro pero extremadamente frágil frente a pequeños traumatismos¹⁸⁴. La presencia de bicarbonato y calcio en las aguas minerales disminuyen la calciuria, hecho este de extrema importancia para la preservación de la masa ósea. El hábito de ingerirla diariamente sería de extrema utilidad en la prevención de la osteoporosis.

Mujeres posmenopáusicas sanas fueron evaluadas en estudios realizados por Schoppen et al.^{185- 186}. El objetivo del segundo, era observar la influencia del consumo de aguas mineral bicarbonatada sódica póst-prandial y su relación con la concentración de aldosterona plasmática y la excreción urinaria de electrolitos. Fueron seleccionadas 18 mujeres posmenopáusicas a las cuales se determinó que ingiriesen 500 ml de dos aguas bicarbonatadas sódicas, siendo una de ellas con mayor concentración y otra de menor concentración de bicarbonato y sodio. También fue introducido durante el estudio una dieta estandarizada y un agua de baja mineralización para consumo post-prandial. Fueron colectadas muestras de sangre a los 60, 120, 240,

¹⁸³ Burckhardt P. Mineral Waters and bone health. *Ver Med Suisse Roamnde*. 2004;124(2):101-3.

¹⁸⁴ Romero M, Aguilera L, Maraver F. Concentración de fluoruros en las aguas minerales naturales envasadas en España y Portugal: relación con la prevención de la caries y la fluorosis. *Odontol Pediatr (Madrid)*. 2001;9(2):89-92.

¹⁸⁵ Schoppen S, Pérez-Granados AM, Carbajal A, de la Piedra C, Vaquero MP. Bone remodelling is not affected by consumption of a sodium-rich carbonated mineral water in healthy postmenopausal women. *Br J Nutr*. 2005;93(3):339-44.

¹⁸⁶ Schoppen S, Pérez-Granados AM, Carbajal A, Sarriá B, Navas-Carretero S, Vaquero MP. Sodium-bicarbonated mineral water decreases aldosterone levels without affecting urinary excretion of bone minerals. *Int J Food Sci Nutr*. 2008;59(4):347-55.

360 y 420 minutos para averiguación de la concentración de aldosterona y de electrolitos en la orina. Lo que se observó fue que la concentración de electrolitos en la orina no presentó cambios significativos, excepto para el sodio que se mostró elevado en las mujeres que ingirieron agua con mayor concentración de bicarbonato y sodio. Hubo una disminución en las tasas de aldosterona plasmática que probablemente causó una inhibición del sistema renina-angiotensina.

Con la finalidad de comparar los efectos de dos aguas minerales que contenían alta concentración de calcio, Roux et al.¹⁸⁷ seleccionaron 60 mujeres para participar en una evaluación clínica para determinar la influencia ejercida por el calcio, bicarbonato y sulfato presentes en aguas minerales. De las 60 mujeres incluidas en el estudio, solamente 39 completaron y llegaron al final, donde se les pidió que ingirieran 1L/día de agua con bicarbonato o sulfato, durante 28 días. En el inicio del estudio y al final de 28 días fueron evaluados los siguientes parámetros: metabolismo del calcio, equilibrio ácido-básico y marcadores de remodelación ósea. Los resultados finales mostraron alteraciones en el metabolismo del calcio en mujeres que hicieron uso de agua bicarbonatada, con aumento del calcio ionizado y disminución de las tasas de PTH. Este mismo grupo presentó un aumento del pH urinario. Los marcadores de reabsorción ósea a nivel de la orina disminuyeron considerablemente, entre ellos la piridinolina, prolina, el telopeptídeo C y la calciuria de 24 horas. Estos resultados evidencian los efectos benéficos del agua bicarbonatada sobre el metabolismo óseo. Todo esto contribuye para una mejor disponibilidad del calcio, una mayor alcalinización de la orina y reducción de los niveles de PTH en consecuencia de un nivel más elevado del calcio ionizado.

¹⁸⁷ Roux S, Baudoin C, Boute D, De La Guéronniere V, De Vernejoul MC. Biological effects of drinking-water mineral composition on calcium balance and bone remodeling markers. *J Nutr Health Aging*. 2004;8(5):380-4.

Heaney¹⁸⁸ relata que la ingestión diaria de calcio en algunos países, incluso en Norte América, está por debajo de las necesidades diarias. En este estudio el autor relata que la ingestión de agua mineral rica en calcio puede colaborar con este problema de orden nutricional. El autor concluyó que las aguas ricas en calcio facilitan este mineral de manera igual o en mayor concentración que la propia leche vacuna, y que la disminución del calcio urinario, el descenso de la PTH plasmática y de los marcadores de reabsorción ósea, son factores indicativos que justifican el uso diario como actitud de protección de la masa ósea.

Todas estas observaciones al respecto, sobre la preservación de la masa ósea utilizando aguas minerales ricas en bicarbonato coinciden con las observaciones de Wynn et al.¹⁸⁹ que relata que el uso de estas aguas llevó a una disminución significativa de la PTH y del S-CTX, que es el fragmento carboxiterminal del colágeno.

En regiones industrializadas de Norte América y Europa es creciente el consumo de aguas minerales que puedan proporcionar mejorías en los huesos, y el trabajo realizado por Wynn et al.¹⁹⁰ en 2009 demuestra que las mejores aguas para la salud de los huesos son las que contienen bicarbonato y calcio.

Por lo tanto, según los trabajos científicos mencionados anteriormente, queda bien establecido la importancia de algunas aguas mineromedicinales en la preservación de la masa ósea¹⁹¹⁻¹⁹².

Las alteraciones del metabolismo lipídico, caracterizadas por hiperlipemia, son consideradas las principales causa de

¹⁸⁸ Heaney RP. Absorbability and utility of calcium in mineral Waters. Am J Clin Nutr. 2006;84(2):371-4.

¹⁸⁹ Wynn E, Krieg MA, Aeschlimann JM, Burckhardt P. Alkaline mineral water lowers bone resorption even in calcium sufficiency: alkaline mineral water and bone metabolism. Bone.2009 Jan;44(1):120-4.

¹⁹⁰ Wynn E, Raetz E, Burckhardt P. The composition of mineral waters sourced from Europe and North America in respect to bone health: composition of mineral water optimal for bones. Br J Nutr. 2009 Apr;101(8):1195-9.

¹⁹¹ Maraver F, Morer C. Bottled natural mineral water and health. Press Therm et Clim. 2010; 147(1): 108-109.

¹⁹² Maraver F, Michán A, Corvillo I, Aguilera L. Papel de las aguas minerales ricas en calcio en la osteoporosis. Med Clin (Barc). 2011;137(13):619-20.

morbimortalidad en adultos, en países desarrollados o en desarrollo. La arterioesclerosis se desarrolla en la pared íntima de las arterias de mediano y gran calibre y es considerada una enfermedad inmunológica-inflamatoria¹⁹³.

Entre las patologías que pueden beneficiarse con el uso de aguas minerales, se menciona: la diabetes, las hiperlipemias, el sobrepeso, la hiperuricemia, el hígado e hipotiroidismo.

Trataremos de disertar cada una de estas patologías y su relación con la ingesta de determinadas aguas mineromedicinales.

La diabetes, caracterizada como un síndrome metabólico de origen múltiple, provoca un desorden en el metabolismo de los hidratos de carbono. Existe una deficiente producción de la insulina por el páncreas o una incapacidad de la misma para ejercer sus efectos en sitios previamente establecidos. La forma más común es el diabetes tipo II resultante de la resistencia a la insulina y/o de la deficiencia en la secreción de la misma por el páncreas. La diabetes tipo 2 ocurre en cerca del 90% de los pacientes con diabetes. Las principales causas son las infecciosas, tumorales, patologías hereditarias, seniles, entre otras causas más raras.

Frecuentemente individuos con problemas metabólicos se presentan con dos o más procesos mórbidos, como por ejemplo, obesidad, diabetes, hiperlipemia, hiperuricemia, hipotiroidismo, etc.¹⁹⁴.

Las aguas minerales con gran concentración de bicarbonato y sodio se utilizan ampliamente en la crenoterapia hidropínica tradicional como coadyuvante en el tratamiento de la diabetes, estimulando la gluconeogénesis y aumentando la eficacia de la insulina endógena.

¹⁹³ Kolankiewicz F, Henz FM, Bellinaso ML. Estudio do perfil lipídico e da prevalência dedislipidemias em adultos. RBAC. 2008;40(4):317-20.

¹⁹⁴ Armijo M. Curas hidrotermales em afecciones metabólicas y endócrinas. En: Armijo M, San Martín J. Curas balneárias y climáticas. Talasoterapia y Helioterapia. Madrid: Ed. Complutense. 1994, 435-450.

Debray et al.¹⁹⁵ relataron que en un medio orgánico alcalino el bicarbonato estimula la acción de la insulina. Estas aguas tienen una acción hipoglucemiante y neutralizan la respuesta hipoglucemiante a la adrenalina, al cortisol y al aloxano, a parte de el refuerzo a la acción insulinica, como evidenciado a través del efecto *Staub* después de la ingestión de glucosa En el efecto Staub, una segunda absorción de glucosa en el individuo normal no aumenta la hiperglucemia provocada por una primera ingestión: esta hiperglucemia ha desencadenado, en efecto, una secreción de insulina que se opone a toda nueva elevación de la glucemia. En el diabético no existe el efecto Staub y la nueva absorción de glucosa provoca el consiguiente aumento de la glucemia. Los posibles mecanismos que explican estos fenómenos no están todavía dilucidados, pero se basan en la interacción de la potencia iónica y sus múltiples implicaciones en los procesos fisiológicos y patológicos, como la neuroexcreción, la contractilidad, la estabilidad de la membrana o la activación enzimática.

Hay relatos de elementos en algunos tipos de aguas que ejercen importante influencia en el metabolismo endocrino¹⁹⁶⁻¹⁹⁷. El agua mineral con gran cantidad de bicarbonato y sodio ingerida junto a las principales comidas ricas en grasas produce un efecto insulínico. Esta afirmación confirma la reducción del riesgo cardiovascular, disminución de la glucosa en ayunas y del nivel postprandial de triglicéridos en mujeres postmenopáusicas¹⁹⁸.

¹⁹⁵Debray C, De la Tour C, Vaillat C, Rozé C, Souchard M. Action de l'insuline, seule et en présence d'eau bicarbonatée sodique sur la sécrétion pancréatique et biliaire chez le rat. *Thérapie* 1969; 14: 283-95.

¹⁹⁶Staforandova NV, Polushina ND, Istoshin NG, Nerovina EA. Differential health resort drinking treatment of patients with chronic pancreatitis. *Vopr Kurortol. Fizioter Lech Fiz Kult* 2004; 2: 8-20.

¹⁹⁷ Chu MC, Cospér P, Orio F, Carmina E, Lobo RA. Insulin resistance in postmenopausal women with metabolic syndrome and the measurements of adiponectin, leptin, resistin and ghrelin. *Am J Obstetrics Gynecol.* 2006; 194: 100-4.

¹⁹⁸ Schoppen S, Pérez-Granados AM, Carbajal A, Sarria B, Sanchez-Muniz FJ, Gómez-Gerique JA, Vaquero MP. Sodium bicarbonated mineral water decreases postprandial lipemia in postmenopausal women compared to a low mineral water. *Br J Nutr.* 2005; 94: 582-7.

Youssef et al.¹⁹⁹ sugieren que el bicarbonato tiene participación efectiva en la secuencia secretora por sus acciones sobre las células exocrinas o endocrinas.

Estudios específicos fueron realizados por el grupo de especialistas de la estación hidromineral de Vals-les-Bains, particularmente interesados en determinar el efecto de las aguas bicarbonatadas sódicas en los parámetros biológicos de la diabetes, mostrando las diferencias de las tasas de insulina libre circulante y de la insulina inmune-reactiva en individuos portadores de diabetes no insulina dependientes²⁰⁰. Probablemente la mejor explicación se deba a que los pacientes diabéticos sometidos a terapia con aguas bicarbonatadas sódicas presenten una disminución de la producción de glucosa por el hígado y un aumento de la sensibilidad de los tejidos periféricos a la insulina.

En las alteraciones del metabolismo graso o hiperlipoproteinemias, desde el punto de vista fisiológico y clínico, los lípidos biológicamente más relevantes son los fosfolípidos, el colesterol, los triglicéridos y los ácidos grasos. Los fosfolípidos forman la estructura básica de las membranas celulares. El colesterol es precursor de las hormonas esteroideas, de los ácidos biliares y de la vitamina D. A parte eso, como constituyente de las membranas celulares, el colesterol actúa en la fluidez de estas y en la activación de enzimas allí situadas. Los triglicéridos son formados a partir de tres ácidos grasos ligados a una molécula de glicerol y constituyen una de las formas de almacenamiento energético más importante en el organismo, depositados en los tejidos adiposo y muscular²⁰¹.

¹⁹⁹ Youssef R, Malaisse WJ, Courtois P, Sener A. Alteration of alpha-amylase secretion from rat parotid cells in the absence of extracellular bicarbonate. *Int J Med*. 2003; 12: 199-200.

²⁰⁰ Gay G, Boulangé M. Crénothérapie au cours du diabète et des maladies métaboliques. In: Queneau P, Boulangé M, Françon A, Graber-Duvernay B, Laroche C, Oudot J, Roques C. *Médecine thermale. Faits et preuves*. Paris: Masson. 2000, 137-144.

²⁰¹ Sposito AC, Caramelli B, Fonseca FA, Bertolami MC, Afiune Neto A, Souza AD et al. [IV Brazilian Guideline for Dyslipidemia and Atherosclerosis prevention: Department of Atherosclerosis of Brazilian Society of Cardiology]. *Arq Bras Cardiol*. 2007 Apr;88 Suppl 1:2-19.

Pérez –Granados et al.²⁰² en su trabajo sobre la reducción del riesgo cardiovascular moderado en adultos jóvenes con hipercolesterolemia y sometidos a terapia con agua bicarbonatada sódica, estudiaron a dieciocho jóvenes voluntarios sin cualquier otra patología en dos periodos de 8 semanas, donde se les ofrecía una dieta básica, seguida de la ingestión de agua mineral de baja mineralización (1 L/día), seguido de 1 L/día de agua mineral bicarbonatada sódica. Las determinaciones de los parámetros en los individuos que hicieron uso de agua bicarbonatada se dio en la cuarta y en la octava semana del estudio. Los parámetros evaluados fueron los siguientes: peso corporal, índice de masa corporal, presión sanguínea, dieta instituida, colesterol total, apolipoproteínas (Apo A-I y Apo B), triglicéridos, glucosa, insulina, adiponectina, proteína C de ultra sensibilidad, moléculas de adhesión intercelular (sICAM), moléculas solubles de adhesión vascular (sVCAM), excreción de sodio y clorhídrico urinario y la medición del pH urinario. El peso y la masa corporal no presentaron cambios significativos. La presión arterial sistólica disminuyó después de 4 semanas de consumo de agua mineral bicarbonatada sódica, sin diferencias significativas entre la cuarta y octava semana. Después del inicio de consumo del agua bicarbonatada sódica, se evidenció una disminución acentuada del colesterol (6,3%) y del LDL (10%). Triacilglicerol, Apo A-I, sICAM, sVCAM y PCR de ultra sensibilidad no tuvieron cambios significativos. La glucemia tuvo sus valores disminuidos durante el tiempo de consumo del agua bicarbonatada sódica, pero no hubo variabilidad en las tasas de insulina. La conclusión a que llegaron los autores fue que el consumo de agua bicarbonatada sódica mejora el perfil lipídico en hombres jóvenes moderadamente

²⁰² Pérez-Granados AM, Navas-Carretero S, Schoppen S, Vaquero MP. Reduction in cardiovascular risk by sodium-bicarbonated mineral water in moderately hypercholesterolemic young adults. *J Nutr Biochem*. 2010;21(10):948-53.

hipercolesterolemicos y por lo tanto se podría aplicar en las intervenciones dietéticas para reducir el riesgo cardiovascular.

En estudio realizado por el mismo grupo de investigación²⁰³, participaron 18 mujeres postmenopáusicas sanas y tuvo como objetivo investigar si beber agua mineral bicarbonatada sódica afecta el colesterol y el metabolismo postprandial de triglicéridos en las mujeres posmenopáusicas. Consumieron dos aguas minerales bicarbonatadas sódicas (agua mineral bicarbonatada 1 y agua mineral bicarbonatada 2) y un agua mineral de baja mineralización (500 ml de cada una) con una comida rica en grasas estándar. Las aguas bicarbonatadas eran ricas en sodio y bicarbonato, y agua mineral bicarbonatada 1 contiene 5,7 veces más flúor que el agua mineral bicarbonatada 2. Se tomaron muestras de sangre en ayunas y muestras de sangre postprandial a 30, 60, 120, 240, 360 y 420 min después del final del consumo de comida. El colesterol y los triglicéridos se determinaron en el suero. El agua mineral bicarbonatada sódica redujo la lipemia postprandial en mujeres posmenopáusicas sanas en comparación con beber un agua mineral de baja mineralización.

La hiperuricemia, caracterizada por una alteración en el metabolismo de las purinas, resulta en una elevación de las tasas de ácido úrico en la sangre y en la orina, provocando síndromes microcristalinos como la gota y el depósito de cristales de urato mono sódico en las estructuras renales, favoreciendo el depósito y el desarrollo de cálculos renales.

Según relatos anteriores en el capítulo de las afecciones renales y de las vías urinarias, el uso de aguas oligominerales, principalmente las que contienen bicarbonato, incrementan la eliminación del ácido úrico a través de la orina, propiciado por la dilución de la misma y

²⁰³ Schoppen S, Pérez-Granados AM, Carbajal A, Sarriá B, Sánchez-Muniz FJ, Gómez-Gerique JÁ, Vaquero MP. Sodium bicarbonated mineral water decreases postprandial lipaemia in postmenopausal women compared to a low mineral water. Br J Nutr. 2005 Oct;94(4):582-7.

provocando un fenómeno de arrastre²⁰⁴⁻²⁰⁵. El agua bicarbonatada sódica, al incrementar el pH urinario, favorece la excreción de cristales de urato y la baja de la uricemia. La presencia de gas carbónico en las aguas bicarbonatadas es de extrema valía ya que refrenan la producción de ácido úrico y su eliminación a través de la orina. Las aguas radiactivas de escasa mineralización tienen la propiedad de regular el metabolismo de las purinas, favorecen la eliminación del ácido úrico por la orina e incrementan la descarga diurética.

El sobrepeso u obesidad, de causas múltiples y de diferentes grados, no encuentra en la terapia hidrotermal la solución definitiva para este síndrome metabólico. Las aguas bicarbonatadas mejoran el tono del peristaltismo intestinal, estimulan la secreción y eliminación renal, favorecen la glucoregulación y disminuyen la colesterolemia. La asociación de medidas higiénico-dietéticas, cambios en las actividades de vida diaria, práctica de ejercicios y corrección de estados mórbidos coadyuvantes contribuyen para la baja de peso. Intervenciones quirúrgicas a nivel del estómago están indicadas en casos donde todas las medidas anteriormente expuestas no tuvieron resultados y cuando el individuo empieza a presentar alteraciones debido a manifestaciones de patologías paralelas, tales como hipertensión arterial grave, diabetes descompensada, hiperlipemias, riesgo de accidente cerebro vascular, arteriopatías, procesos reumatológicos y alteraciones de orden psicológico o psiquiátrico.

AGUAS CARBOGASEOSAS

Las aguas carbogaseosas están presentes en casi todas las fuentes del Parque de Aguas de Caxambu y el carbónico tiene su origen en las

²⁰⁴ Guillén J, Cebrián A. Op. Cit.

²⁰⁵ Armijo M. Curas hidrotermales en afecciones metabólicas y endócrinas. En: Armijo M, San Martín J. Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia. Madrid: Ed. Complutense; 1994, 435-450.

aguas de lluvia que disuelven el CO₂ atmosférico, a través de los carbonatos de las rocas que se disuelven por la acción de los ácidos del suelo, por la descomposición anaeróbica de los hidratos de carbono y por la respiración de los microorganismos locales.

Probablemente el CO₂ existente en las aguas resulte de una solución bicarbonatada concentrada durante el proceso de disolución de los carbonatos existentes en las rocas.

Con respecto a las diferentes maneras de utilizarse este tipo de agua en una estación termal, es de extrema importancia las observaciones documentadas por Resch y Just²⁰⁶ cuando abordan las posibilidades y los límites de la balneoterapia carbónica. Dicho trabajo afirma que en esta modalidad de baños existe un impacto positivo en las propiedades del flujo sanguíneo, donde el CO₂ causa una inducción aguda hacia una vasodilatación local y un cambio en la curva de ligación del oxígeno, resultando en una mayor facilidad en la entrega del mismo en los tejidos. Según los autores, la concentración ideal de dióxido de carbono en los baños es de aproximadamente 1g/L para que obtenga los efectos terapéuticos deseados. La literatura menciona innumerables indicaciones, pero existen evidencias de tests clínicos para una minoría de ellas, en especial para trastornos circulatorios basados en enfermedades arterioescleróticas, tal como la arteriopatía periférica oclusiva, las ulceraciones tróficas, las microangiopatías de varios orígenes y la hipertensión arterial leve o moderada²⁰⁷⁻²⁰⁸. Existen algunas evidencias clínicas que sostienen la idea de que baños con agua carbónica son un medio terapéutico eficiente para el proceso de rehabilitación en la enfermedad coronaria, infarto de miocardio,

²⁰⁶ Resk KL, Just U. Possibilities and limits of CO₂ balneotherapy. *Wein Med Wochenschr.* 1994;114(3):45-50.

²⁰⁷ Martínez I. Afecciones cardiovasculares y hemopatías. In: AETS. *Técnicas y Tecnologías em Hidrología Médica e Hidroterapia.* Madrid:ISCIII.2006, 111-13.

²⁰⁸ Schmidt J, Monnet P, Normand B, Fabry R. Microcirculatory and clinical effects of serial percutaneous application of carbon dioxide in primary and secondary Raynaud's phenomenon. *Vasa.* 2005;34(2):93-100.

secuelas de accidente cerebrovascular, insuficiencia venosa crónica, ciertas enfermedades inflamatorias y algunos disturbios funcionales, principalmente aquellos que tienen repercusión en el corazón, ocasionando taquicardias o arritmias.

Reforzando estas diferentes maneras de utilizarse el agua carbónica, Armijo²⁰⁹, en su comunicación, describe con propiedad que es necesario poner de relieve las principales características de las aguas carbónicas integrantes de la legislación española como agente terapéutico, sea las aplicables a balneoterapia, así como las envasadas. Estas aguas, cuando ingeridas, estimulan la secreción y la motilidad del aparato digestivo y si se consumen en cantidades preestablecidas, tienen efectos diuréticos. En balneoterapia, inducen a una vasodilatación periférica debido a la penetración del gas carbónico en la piel y también por el contacto con la superficie capilar.

La inmersión en aguas con cantidades elevadas de CO₂ causa efectos en la termorregulación corpórea así como en la variabilidad de la frecuencia cardíaca en humanos, de acuerdo establecido en el estudio realizado por Sato et al²¹⁰. Una de las líneas de investigación fue establecer si la inmersión afectaría el sistema nervioso autónomo, usando como método el análisis espectral de la variabilidad de la frecuencia cardíaca. Diez hombres sanos participaron del estudio. Fueron analizados los siguientes parámetros: temperatura timpánica, flujo sanguíneo cutáneo y electrocardiograma durante los veinte minutos en que se sometieron a baños de inmersión con agua carbónica. La reducción de la temperatura timpánica fue significativamente mayor en la inmersión con agua carbónica, comparada con baños en agua potable común. El flujo sanguíneo

²⁰⁹ Armijo M. Sanitary interest of carbonic, carbogaseous or acidulated Waters. An R Acad Med (Madr). 2002;119(1):175-88.

²¹⁰ Sato M, Kanikowska D, Iwase S, Nishimura N, Shimizu Y, Beli de Chantemele E, Matsumoto T, Inukai Y, Taniguchi Y, Ogata A, Sugenoja J. Effects of immersion in water containing high concentrations of CO₂ (CO₂-water) at thermoneutral on thermoregulation and heart rate variability in humans. Int J Biometeorol. 2009 Jan;53(1):25-30.

cutáneo aumentó acentuadamente en las áreas inmersas en el agua carbónica. El componente de la frecuencia cardíaca elevada (HF: 0,15-0,40 Hz) fue significativamente mayor en el agua carbónica, pero, la relación baja frecuencia-alta frecuencia (BF-AF) fue menor en la inmersión con agua carbónica. Este estudio aportó evidencias a la hipótesis de que la inmersión en agua con alto contenido de CO₂ activa el nervio parasimpático en humanos.

Con la finalidad de estudiar si el agua mineral carbónica rica en sodio disminuye el riesgo cardiovascular en mujeres postmenopáusicas, Schoppen et al.²¹¹ seleccionaron mujeres con un mínimo de 12 meses de amenorrea, sin terapia de suplementación hormonal, sanas y no obesas. Ninguna de ellas hacía uso de fármacos antireabsortivos óseos, vitaminas o lipolíticos. En la primera etapa se les determinó que ingiriesen 1 litro de agua/día de baja mineralización, y posteriormente la misma cantidad de agua carbónica rica en sodio, bicarbonato y cloruro. Los parámetros evaluados fueron los siguientes: colesterol total, colesterol HDL y LDL, triglicéridos, apolipoproteína AI y B, moléculas solubles de adhesión intercelular 1 (sCAM), moléculas solubles de adhesión vascular. 1 (sVCAM) y glucosa. Pasados 2 meses de consumo de agua carbónica, disminuyeron los niveles de colesterol total y de LDL. En 6,8%, mientras que la concentración del HDL aumentó en un 8,7%. Por lo tanto, los índices de riesgo cardiovascular disminuyeron en ambos los casos. Los niveles de ambas moléculas de adhesión decrecieron en un 8,4%. La concentración de glucosa en ayunas disminuyó en 6,7% y los niveles de triglicéridos no cambiaron. La conclusión fue que el consumir este tipo de agua puede tener un papel de interés en la prevención de enfermedades cardiovasculares y el síndrome metabólico.

²¹¹ Schoppen S, Pérez Granados AM, Carbajal A, Oubiña P, Sánchez-Muniz FJ, Gómez-Gerliche JA, Vaquero MP. A sodium-rich carbonated mineral water reduces cardiovascular risk in postmenopausal women. *J Nutr.* 2004 May;134(5):1058-63

A pesar de todos los trabajos científicos apuntan hacia los beneficios de la balneoterapia y/o la cura hidropínica con aguas carbónicas, Pagourelas et al²¹² advierten que la balneoterapia es una “especie de remedio”, con una gama de aplicaciones que se utilizan desde la Edad Media, pero que el uso potencial como opción terapéutica única todavía no está bien aclarada.

Los efectos del agua mineral carbónica, en forma de bebida, se da en los primeros niveles del tubo digestivo. Cuando en contacto con la mucosa oral, producen una sensación de estímulo, y posteriormente una sensación de disminución de la capacidad gustativa. En el estómago estimula la secreción de jugo gástrico e incremento de la motilidad.

El mayor consumo y cantidad de agua carbónica se da en la forma de agua de mesa, casi siempre como agua bicarbonatada, comportandose como facilitadoras del proceso de digestión, estimulando las secreciones gástricas, interviniendo en el primer sector del intestino favoreciendo la absorción de los minerales contenidos en ella, estimulan el peristaltismo y facilitan la liberación de la vesícula biliar, estimulando el ciclo enterohepático.

Si se ingieren en gran cantidad y preferentemente en ayunas, ejercen una intensa acción diurética, justificable a través de la acción vasodilatadora en el intestino y la amplia absorción.

Suelen ser de fácil digestión, no interfieren en el equilibrio ácido-básico del organismo y su eliminación se da a través del propio aparato digestivo a través de la eructación y también por el aparato respiratorio.

²¹²Pagourelas ED, Zorou PG, Tsaligopoulos M, Athyros VG, Karagiannis A, Efthimiadis GK. Carbon dioxide balneotherapy and cardiovascular disease. Int J Biometereol. 2011 Sep; 55(5): 657-63.

AGUAS FERRUGINOSAS

Son clasificadas como aguas ferruginosas aquellas que contienen más de 5 mg/L de hierro total²¹³. Su principal indicación y utilización se da en las anemias ferroprivas (bajo aporte nutricional) o en casos en que el intestino no absorbe este mineral en cantidades suficientes. Las causas más frecuentes son el aumento de la demanda en la gestación y niñez, pequeñas hemorragias ocasionadas por las úlceras esófago-gastro-duodenales u otras enfermedades intestinales, deficiencia nutricional, deficiencia de vitamina B12 y ácido fólico, entre otras.

Las aguas ferruginosas son, frecuentemente, bicarbonatadas o sulfatadas, son frías, casi siempre transparentes, aun que pueden adquirir un aspecto opaco o discretamente ocre cuando expuestas al aire, facilitado por la oxidación del hierro y concomitante precipitación del mismo. Pueden tener carbónico libre²¹⁴.

Los efectos del hierro en el organismo están relacionados a su concentración en el agua, favorecen el pH próximo a la neutralidad y su absorción se da en nivel intestinal, específicamente en el segmento duodenal, extremadamente involucrado y en relación directa con la cantidad ingerida. La tasa de hierro en la sangre es directamente proporcional a la cantidad ingerida y su aumento se refleja directamente en la sideremia. Transporte activo y pasivo son responsables por la absorción del hierro y son dependientes de la cantidad de este mineral, a mayor o menor ingestión. Una vez en el intestino, el hierro pasa a la sangre, uniéndose a la transferrina, llegando a la medula ósea e interviniendo en la formación de la hemoglobina²¹⁵.

²¹³ Maraver F, Armijo F. Vademécum II de aguas mineromedicinales españolas. Op. Cit.

²¹⁴ Ceballos MA. Aguas ferruginosas. En: Armijo M, San Martín J. Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia. Madrid: Ed. Complutense. 1994, 279-285

²¹⁵ Ceballos MA. Curas hidrotermales en las hemopatías. En: Armijo M, San Martín J. Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia. Madrid: Ed. Complutense. 1994. 459-464.

Con respecto a la absorción de hierro en situaciones de gran demanda, el estudio de Halksworth et al.²¹⁶ utilizó un agua mineral rica en hierro (Spatone®) para la prevención de la deficiencia de hierro en la gestación. Fueron investigadas mujeres embarazadas con anemia por deficiencia nutricional. Un total de 25 mg de hierro les fue administrado y su absorción evaluada a través del aumento de la concentración de hierro sérico durante un periodo de 3 horas. La absorción fue el 28% mayor que en mujeres no embarazadas y no portadoras de anemia (14%). Estos estudios demuestran que el agua aporta una alternativa a la suplementación patrón de sulfato de hierro en pastillas. Teniendo en cuenta que la administración de sulfato de hierro en pastillas viene acompañada de efectos colaterales, tales como epigastralgia, dispepsia, estreñimiento, las pequeñas dosis de agua mineral ferruginosa se torna una alternativa menos agresiva para el tratamiento de este tipo de anemia.

Durante una investigación randomizada utilizándose un agua ferruginosa como profilaxis de la deficiencia de hierro en la gestación, McKenna et al.²¹⁷ usaron Spatone Iron-Plusun® que es un agua mineral natural de Trefriw Wells Spa en Conwy County, North Wales-Inglaterra. y que contiene aproximadamente 0,2 mg de hierro/ml en la forma de sulfato de hierro y quedó demostrado que este tipo de agua rica en este mineral se encuentra en una forma extremadamente disponible. Está documentado que la deficiencia de hierro en la población obstétrica, sin embargo el tratamiento tradicional con suplementación de hierro es pobre llevándose en cuenta sus efectos colaterales en el aparato gastrointestinal.

²¹⁶Halksworth G, Moseley L, Carter K, Worwood M. Iron absorption from Spatone (a natural mineral water) for prevention of iron deficiency in pregnancy. Clin Lab Haematol. 2003 Aug;25(4):227-31.

²¹⁷McKenna D, Spence D, Haggan SE, McCrum E, Dornan JC, Lappin TR. A randomized trial investigating an iron-rich natural mineral water as a prophylaxis against iron deficiency in pregnancy. Clin Lab Haematol. 2003 Apr;25(2):99-103.

Se realizó un estudio randomizado, doble ciego y con control de placebo, donde se convocó 102 pacientes pre-natales de bajo riesgo, que no se adaptaron a las pastillas de sulfato ferroso. Fueron comparadas con otro grupo que recibió saches conteniendo 24 ml con 5 mg de hierro. Las pacientes randomizadas recibieron 48 ml de agua Spatone Iron Plus o placebo. Las variables evaluadas fueron: conformidad, efectos gastrointestinales colaterales y cambios en los niveles de ferritina durante el período de investigación. El estudio fue realizado entre la 22ª y la 28ª semana de gestación y el resultado final fue que los niveles de ferritina bajaron el 24% en el grupo que ingirió Spatone Iron Plus, mientras que en el grupo control la baja de la ferritina sérica fue del 51%. Este estudio corrobora la idea de que la suplementación de hierro, bajo la forma de agua mineral ferruginosa, encuentra indicación en pacientes obstétricas como forma de prevención de las anemias por deficiencia de ingestión o por demanda de este mineral.

No solamente a través de la ingestión de agua ferruginosa se obtiene efectos terapéuticos, sino que la balneoterapia con este tipo de agua también aporta beneficios, principalmente si está presente el arsénico (aguas ferruginosas arsenicales) para tratamiento de algunas enfermedades dermatológicas, entre ellas algunos casos específicos de psoriasis y eczemas.

Zámbó et al.²¹⁸, abordan la eficacia de las aguas ferruginosas en el tratamiento de las pelvi peritonitis, afirmando que el uso de la balneoterapia con este tipo de agua es frecuente, pero proporciona resultados sin soporte científico. El estudio investigó las diferencias en potencial entre los síntomas clínicos, flujo sanguíneo pélvico y parámetros de laboratorios específicos. Las pacientes fueron sometidas

²¹⁸Zámbó L, Dékány M, Bender T. The efficacy of alum-containing ferrous thermal water in the management of chronic inflammatory gynaecological disorders--a randomized controlled study. Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol. 2008 Oct;140(2):252-7.

a balneoterapia con 2 tipos diferentes de baños de inmersión: agua ferruginosa y agua potable de grifo. La población del estudio fue de 40 pacientes con edad media de 39,4 años, randomizado en 2 grupos. Todas fueron sometidas a balneoterapia con duración de 20 minutos y con el agua a 38°C, en días alternos y por 10 ocasiones. Los parámetros de estudio fueron el alivio del dolor, reducción del crecimiento de los tejidos, niveles hormonales, *status* psíquico y flujo sanguíneo pélvico. La balneoterapia con agua termal mejoró los parámetros clínicos de ambos grupos de manera significativa. En comparación con el agua de grifo, la balneoterapia con agua ferruginosa trajo resultados significativos, tales como el alivio del dolor y mejora del estado psíquico. Los parámetros de laboratorios (niveles de FSH, LH, Prolactina, Estradiol y Beta-endorfina) y el índice de Doppler no cambiaron en ninguno de los grupos. Según los resultados demostrados, la balneoterapia por 3 semanas es un procedimiento coadyuvante y útil en el tratamiento de la enfermedad pélvica crónica, pero estudios adicionales en períodos más prolongados aún se hacen necesarios.

AGUAS OLIGOMINETÁLICAS

Estas aguas se caracterizan por presentar una baja mineralización en su composición química, aunque entre sus componentes suelen figurar diferentes aniones y cationes, tales como el sodio, calcio, magnesio, bicarbonato, sulfato, cloruro, etc.

Son aguas que pueden emerger frías o calientes, y su uso terapéutico dependerá de su temperatura. Aguas oligominerales frías son, generalmente, empleadas como "aguas de arrastre" o "aguas de mesa", y las calientes normalmente son empleadas en aplicaciones tópicas, en la rehabilitación de patologías del aparato locomotor.

Por vía oral, son fácilmente absorbidas por el organismo, llegan al intestino y pasan al torrente sanguíneo. Es notable que el tiempo de absorción y su llegada a la sangre es tanto más rápida cuanto menos su mineralización.

Sus acciones se caracterizan por la alta eliminación de sodio, urea y ácido úrico en la orina. La eliminación del ácido úrico se destaca a través del efecto movilizador de los depósitos tisulares y también por un aumento del catabolismo de los ácidos nucleicos desencadenados por este tipo de aguas. Estas acciones están íntimamente relacionadas con el volumen de agua ingerido, con la cantidad de orina de baja densidad eliminada y en los cambios de pH.

El **calcio y el sodio** son elementos minerales que integran la mayor parte de las aguas mineromedicinales del Parque de Aguas de Caxambu, tienen sus acciones bien definidas y cumplen un importante papel en presencia del bicarbonato. Estudios recientes confirman los efectos beneficiosos en las aguas minerales ricas en calcio. Cuando ingeridas, se observó una discreta elevación de la calciuria, hubo reducción de la saturación urinaria para el oxalato de calcio, ácido úrico, elevación de la citraturia y del pH urinario, seguido de importante reducción del *turnover* del metabolismo de los huesos²¹⁹⁻²²⁰.

En comparación con la ingestión del agua del grifo o potable ordinaria, se observa que las aguas mineromedicinales con gran cantidad de calcio y magnesio aumentan la excreción urinaria de citratos, favoreciendo la reducción de la oxaluria y de esta manera inhibiendo la formación de cálculos urinarios de oxalato de calcio²²¹.

²¹⁹ Schermann D, Baumann JM, Futterlieb A, Zing EJ. Influence of calcium content in mineral water on chemistry and cristallización conditions in urine: of calcium stone formers. Eur Urol. 1988; 14: 305-8.

²²⁰ Marangella M, Vitale C, Petrarulo M, Rovera L, Dutto F. Effects of mineral composition of drinking water on risk for stone formation and bone metabolism in idiopathic calcium nefrolithiasis. Clinical Science. 1996; 91: 313-18.

²²¹ Sommariva M, Rigatti P, Viola MR. Prevention of the recurrence of urinary lithiasis: mineral waters with high or low calcium content?. Minerva Med. 1987; 78 (24): 1823-29.

La acción diurética de estas aguas de baja mineralización u oligominerales se atribuye a la sobrecarga hídrica hipotónica, cuando ingeridas en bebida, a la presencia de calcio y también a su probable acción inhibitoria de la secreción de la hormona antidiurética a nivel de la hipofisario²²².

Con respecto al sodio, de su importancia terapéutica se puede concluir que interviene en casi todos los procesos metabólicos del organismo, siendo clásica su acción hidratante, acción reguladora de los procesos de permeabilidad celular y, junto con el calcio, del potencial de membrana y del Equilibrio de Donann (corresponde a una ocurrencia de distribución de iones desigual, generando un gradiente eléctrico, en función de la presencia de otro ion a que la membrana es impermeable).

Parece bien definido que el efecto del sodio en la presión arterial dependerá del anión que lo acompaña, siendo que el efecto hipertensivo es del cloruro de sodio y no del bicarbonato de sodio²²³⁻²²⁴.

PARQUE DE AGUAS CAXAMBU (CLASIFICACIÓN y ACCIONES)

CLASIFICACIÓN

Para abordar este apartado agrupamos las aguas que presentan elementos minerales comunes:

Fuente Beleza: *bicarbonatada, sódica, cálcica, magnésica, carbogaseosa y ferruginosa.*

²²² San Martín J. Aguas oligominerales o de débil mineralización. En: Armijo M, San Martín J. Curas balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia. Madrid: Ed. Complutense. 1994, 308.

²²³ Luft FC. et al. Op. Cit.

²²⁴ Santos AM, Guimarães MJ, Severo J, Azevedo M. Ingestão de água mineral gasocarbónica hipersalina e pressão arterial. Rev Port Cardiol. 2010; 29(02): 159-172.

Fuente Ernestina Guedes: *bicarbonatada, sódica, cálcica, magnésica y carbogaseosa.*

Fuente Duque de Saxe: *bicarbonatada, sódica, cálcica, magnésica, y carbogaseosa.*

Fuente Mayrink 1, 2 y 3: *Carbogaseosas* e iones predominantes bicarbonato, calcio y sodio.

Fuente Leopoldina: *Carbogaseosa* e iones predominantes bicarbonato, calcio y sodio.

Fuente Don Pedro: *Carbogaseosa* e iones predominantes bicarbonato y calcio.

Princesa Isabel: *Ferruginosa* e iones predominantes: bicarbonato, calcio y sodio.

Fuente Viotti: *Ferruginosa* e iones predominantes: bicarbonato, calcio y sodio.

Fuente Venâncio: iones predominantes: bicarbonato y calcio.

ACCIONES

Las fuentes de agua mineromedicinal de Caxambu que contienen **bicarbonato, sodio y calcio**, como elementos mayoritarios que les permite una clasificación principal (*Fuente Beleza, Ernestina Guedes, y Duque de Saxe*) o conteniendo iones predominantes (Leopoldina, Myrink 1, 2 y 3, Viotti, Venâncio, Princesa Izabel, y Don Pedro, encuentran en estos minerales propiedades atribuidas a una amplia gama de acciones en el organismo.

Estas aguas bicarbonatadas suelen estar acompañadas de otros cationes, como el sodio, calcio, magnesio y pueden contener dióxido

de carbono libre. La presencia del carbónico libre les confiere un sabor acídulo, generalmente son frías y responsables por un estímulo local cuando en contacto con la mucosa oral. Estimulan la secreción de jugo gástrico y la motilidad intestinal.

Tienen la capacidad de neutralizar la acidez en el estómago, y a partir de ahí sigue hacia el duodeno alcalinizando el medio y llevando a un estado de alcalosis.

Aun en el aparato digestivo, las aguas bicarbonatadas, por su capacidad de neutralizar el ácido clorhídrico, contribuyen para la resolución efectiva de cuadros dispépticos y en las gastritis hiperclorhídricas.

A nivel intestinal, tienen la propiedad de disminuir el tono, la motilidad y la excitabilidad (en este último caso, actuando directamente sobre el plexo de Meisner y Auerbach) y favoreciendo una acción antiinflamatoria sobre la mucosa intestinal.

A nivel de la vesícula biliar, las aguas bicarbonatadas tienen acción colecistoquinética aumentando la secreción y eliminación de la bilis. Favorecen la hepatoprotección. En el páncreas, activan la lipasa pancreática favoreciendo la recuperación de los trastornos pancreáticos y hepáticos. La presencia del bicarbonato colabora con la modificación del ambiente ácido inflamatorio en los procesos flogísticos, favoreciendo el cese de la inflamación.

En el aparato renal, su acción alcalinizante de la orina colabora con la disolución de cálculos de ácido úrico, aumentan la excreción de cristales de oxalato de calcio, contribuyendo de esta manera en los casos de nefrolitiasis y en el tratamiento de la gota.

Son aguas que ejercen una intensa actividad diurética y esta acción se debe a la sobrecarga hídrica cuando ingeridas en bebida, provocan la

inhibición de la hormona antidiurética. Según estudios realizados por Schoppen²²⁵, estas aguas, al realizar la alcalinización de la orina, promueven un recambio de las purinas, lo que en parte justificaría una mayor eliminación de cristales de urato monosódico.

Aun con respecto al calcio, se destaca su acción en la saturación urinaria de oxalato de calcio, brusita, elevación de la citraturia y del pH urinario, lo que contribuye en el tratamiento de las nefrolitiasis.

Cuanto al metabolismo de los hidratos de carbono, las aguas minerales con gran cantidad de **bicarbonato y sodio** se utilizan ampliamente en la crenoterapia hidropinica tradicional como adyuvante en el tratamiento del diabetes²²⁶.

El **bicarbonato y el calcio** actúan sobre la tripsina y la caseína en el metabolismo de los carbohidratos permitiendo reducir la dosis de la insulina y como consecuencia directa, la disminución de la glucemia en ayunas y postprandial. Esto se explica a través de la propiedad que están aguas tienen, en un medio alcalino, de estimular la acción de la insulina, revelándose su acción hipoglucemiante. Estimulan la glucogénesis y aumentan el efecto de la insulina endógena.

Aguas con gran contenido en **bicarbonato y sodio**, ingeridos junto a las principales comidas ricas en grasas producen efecto insulinoatrópico. Algunos mecanismos que explican estos efectos no están todavía elucidados, pero se basan en las interacciones de las potencias iónicas y sus múltiples implicaciones en los procesos fisiológicos y patológicos, como la neuroexcreción, la contractilidad, la estabilidad de las membranas o activación enzimática.

²²⁵Schoppen S, Sánchez-Muniz FJ, Pérez-Granados M, Gómez-Gerique JA, Sarriá B, Navas-Carretero S, Vaquero MP. Does bicarbonated mineral water rich in sodium change insulin sensitivity of postmenopausal women? *Nutr Hosp*. 2007 Sep-Oct;22(5):538-44.

²²⁶Schoppen S, Sánchez-Muniz FJ, Pérez-Granados M, Gómez-Gerique JA, Sarriá B, Navas-Carretero S, Vaquero MP. Does bicarbonated mineral water rich in sodium change insulin sensitivity of postmenopausal women? *Op cit*.

Sobre el sistema nervioso neurovegetativo, se comportan como discretamente depresoras, disminuyendo la excitabilidad nerviosa.

Sobre el metabolismo graso, se sabe que el nivel de triglicéridos postprandial es considerado un factor de riesgo independiente para la enfermedad coronaria, aunque su relación con la resistencia a la insulina todavía no se estableció en definitivo.

La ingestión de aguas bicarbonatadas altamente mineralizadas, con elevada concentración de sodio, reduce el riesgo cardiovascular, la glucosa en ayunas, y el nivel postprandial de triglicéridos en mujeres postmenopáusicas. Se sugiere que el bicarbonato tiene participación efectiva en la secuencia secretora de algunos sitios a distancia para la identificación de células estimuladoras de la secreción, sean células exocrinas o endocrinas.

En el metabolismo óseo estas aguas, principalmente con la presencia del calcio, tienen efectos sobre los marcadores de formación ósea. Estudios realizados evidenciaron que la presencia de bicarbonato, calcio y sulfato estimularon modificaciones en el metabolismo del calcio en mujeres que hicieron uso de aguas bicarbonatadas, ocasionando un aumento del calcio ionizado y disminución de las tasas séricas de PTH. Estudios semejantes fueron realizados utilizando agua bicarbonatada con alta y baja concentración de bicarbonatos. Se concluyó que la disminución del PTH y del Telopectideo C fue más evidentes con el agua rica en bicarbonato. Por lo tanto, estas aguas tienen acción fundamental en el control de la pérdida ósea en mujeres postmenopáusicas.

La presencia del **sodio** determina importancia terapéutica ya que está determinado que este mineral interviene en casi todos los procesos metabólicos del organismo, siendo clásica su acción hidratante,

reguladora de los procesos de permeabilidad celular y, junto con el calcio, del potencial de membrana y del equilibrio de Donnan.

Está también establecido que el efecto del sodio en la presión arterial dependerá del anión que lo acompaña, siendo que el efecto hipertensivo del bicarbonato de sodio es menos intenso que la del cloruro de sodio en cantidades equivalentes. Por lo tanto, el uso de aguas bicarbonatadas sódicas en pacientes hipertensos no encuentra contraindicación cuando ingeridas en cantidades moderadas.

Como hemos señalado al principio, las aguas minerales del Parque de Aguas de Caxambu que se encuadran en la clasificación de bicarbonatadas cálcicas y sódicas.

La presencia del **hierro** en estas aguas (Fuente Viotti y Princesa Isabel) les confiere la clasificación como aguas ferruginosas, considerándose como tales las que contienen 5 mg/L o más²²⁷. Su acción en el organismo se debe a la propiedad que tiene el hierro de absorberse a través de un mecanismo de transporte activo. La absorción se da en el aparato digestivo (intestino delgado), llegar a la sangre, unirse a la transferrina, ocasionar aumento de la sideremia para que finalmente sea transportado hasta la médula ósea para añadirse a la hemoglobina. Es conveniente mencionar que la absorción del hierro es mayor cuanto más bajas son sus reservas orgánicas.

El **magnesio** contenido en las aguas mineromedicinales de Caxambu (Fuente Beleza y Duque de Saxe), es fundamental para mantener la integridad del sistema neuromuscular, responde por la dinámica del ritmo cardíaco y está indicado en el estreñimiento.

²²⁷ Maraver F, Armijo F. Vademécum II de aguas mineromedicinales españolas. Op cit.

Su deficiencia en el organismo está relacionado con las alteraciones de las lipoproteínas (hiperlipemias), hipertensión arterial y diabetes mellitus tipo II.

En las etapas avanzadas de la vida casi siempre se da una deficiente ingestión de magnesio, seguido de una deficiencia en la absorción por parte de la mucosa intestinal y aumento de la excreción urinaria.

La presencia de **carbónico libre (CO₂)** en las aguas mineromedicinales de Caxambu (Fuente Beleza, Leopoldina, Mayrink 1, 2 y 3, Ernestina Guedes y Don Pedro) les proporciona una gama variada de acciones en el organismo humano, entre ellos el aparato cardiovascular, el respiratorio, renal, digestivo y en el sistema nervioso autónomo.

Según Maraver y Armijo²²⁸, se considera agua carbogaseosa la que presenta más de 250 mg/L de carbónico libre.

En el ámbito de la Hidrología Médica propiamente dicha, los baños con CO₂, sean con agua de manantiales ricos en dióxido de carbono o aguas a las cuales son añadidos dicho gas, representan una técnica clásica para el tratamiento de distintas patologías, principalmente las cardiovasculares. Trabajos desarrollados evidencian que las acciones benéficas en el organismo necesitan concentraciones de CO₂ suficiente para ejercer sus efectos terapéuticos, y que tiene que ser superior a 1g/L. El indicio de una acción eficaz se da cuando se observa eritema de la piel, llevando a una vasodilatación cutánea y resultando en una facilitación de aporte de O₂ a los tejidos. Otra propiedad de extrema importancia es el impacto positivo en las características del flujo sanguíneo arterial. Aunque una amplia variedad de indicaciones clínicas se menciona en la literatura, algunos autores afirman que existe solo una pequeña cantidad de pacientes que responden

²²⁸ Maraver F, Armijo F. Vademécum II de aguas mineromedicinales españolas. Op cit.

efectivamente a estos tratamientos, principalmente los que son acometidos de trastornos circulatorios crónicos, tales como enfermedades ateroscleróticas, enfermedad oclusiva arterial periférica, úlceras tróficas (de naturaleza hipertensiva), microangiopatías de diversos orígenes y la hipertensión arterial leve o moderada. Las evidencias científicas apuntan hacia la directriz universal de que los baños con CO² pueden representar un medio terapéutico eficiente en la rehabilitación de la enfermedad cardíaca coronaria, infarto de miocardio, y accidente cerebro vascular (pasado 6 meses de su episodio inicial), tratamiento de la insuficiencia venosa y otros trastornos funcionales.

Sin embargo, el uso potencial como opción terapéutica complementaria todavía no está bien aclarado. Estas aguas estimulan la secreción y la motilidad del aparato digestivo cuando ingeridas en cantidades adecuadas, y también tienen efectos diuréticos por inhibición de la hormona anti diurética a nivel de la hipófisis. El efecto vasodilatador debido a la penetración del gas carbónico en la piel, su contacto con las paredes vasculares y baroreceptores cutáneos también fue motivo de estudios

Los principales estudios de la balneoterapia convencional con CO² coinciden de que los efectos del carbónico libre se da a través de un sinergismo de muchos factores, entre ellos la presión hidrostática, el principio de Arquímedes, las acciones semejantes a una simpatectomía que llevan a la vasodilatación periférica y al estado de relajamiento de la musculatura capilar. Los intentos de aplicar el gas carbónico en estufas secas como terapia vasodilatadora periférica no fueron o no tuvieron respaldo clínico sostenido, lo que nos lleva a pensar que el medio acuoso y su temperatura adecuada es fundamental para alcanzar el objetivo a que se propone esta terapia.

La ingestión de agua carbónica tiene acciones definidas en el aparato digestivo, iniciándose en la mucosa oral, estómago, intestino delgado y vesícula biliar. En el aparato renal tiene acción diurética, cuya sobrecarga hídrica provocaría una inhibición de la hormona antidiurética y cálcica, que contenga carbónico libre en concentración del 5% produce efectos sedantes sobre el sistema nervioso neurovegetativo, llevando a una bradicardia por depresión vagal. Actúa como sedante en pacientes portadores de artropatías inflamatorias crónicas.

TÉCNICAS CRENOTERAPICAS UTILIZADAS, INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES.

Para abordar este apartado hemos agrupado las aguas mineromedicinales de Caxambu en cuatro grupos:

Primer Grupo:

Compuesto por: **FUENTE BELEZA:** (hipotermal, bicarbonatada, sódica, cálcica, magnésica, ferruginosa y carbogaseosa. Extremadamente dura); **FUENTE DUQUE DE SAXE:** (hipotermal, bicarbonatada, cálcica, sódica, magnésica. Extremadamente dura) y **FUENTE ERNESTINA GUEDES** (bicarbonatada cálcica, carbogaseosa. Extremadamente dura).

Técnicas Crenoterápicas Utilizadas²²⁹⁻²³⁰:

Hidropismo: se da a través de tomas que pueden variar de 100 a 200 ml, 3 a 4 veces al día, principalmente antes del desayuno, almuerzo y cena, totalizando aproximadamente 500- 600 ml/día, para las bicarbonatadas sódicas y cálcicas. Teniendo en cuenta que el pH de estas fuentes es ácido (6,18, 6,03 y 6,12, respectivamente), es

²²⁹ Syndicat National des Médecins de Stations Thermales, Marines et Climatiques de France. Le guide des bonnes pratiques thermales. Press Therm et Clim. 2004; 141: 101-143.

²³⁰ Meijide R, Rodríguez-Villamil JL, Teijeiro J. Técnicas hidroterápicas. In: Martínez M, Pastor JM, Sendra F (edit.). Manual de Medicina Física. Madrid: Harcourt. 1998, 358-376.

conveniente no ingerir grandes cantidades diarias. Con respecto al hierro y magnesio, la misma prescripción se da en el tratamiento de las anemias ferropénicas y en las deficiencias de magnesio en el organismo. Las bicarbonatadas cálcicas, sódicas y carbogaseosas respetan las mismas dosis anteriormente mencionadas, son mejor tolerables y de agradable sabor.

Balneoterapia: por su contenido en calcio actúan en el sistema nervioso periférico, musculatura estriada, polineuropatías periféricas y estados contracturantes musculares en la forma de baños hipotermales con duración de 15 a 20 minutos. Como balneoterapia carbogaseosa se utilizan baños con temperatura entre 33-34°C, inicialmente de corta duración (10 min.) para posteriormente llegar hasta 20 minutos. Cuando se quiere obtener un efecto hipertensivo se aumenta la temperatura entre 36-37°C Pueden ser empleados compresas locales hipertermales. Con respecto a la Fuente Beleza, Duque de Saxe y Ernestina Guedes, la indicación de balneoterapia no se da debido a que esta fuente no presenta caudal suficiente para este procedimiento y tampoco es direccionada hacia el interior del balneario.

Indicaciones:

En el **hidropismo**, y por su contenido en bicarbonato están indicadas en las nefrolitiasis por urato y oxalato de calcio, aumento de la diuresis, dispepsias, gastritis por hiperclorhidria, úlceras gastroduodenales, esofagitis, duodenitis, colecistopatías, hepatoprotección, pancreatitis inflamatorias, normalización del tono intestinal, antiinflamatoria, en la diabetes tipo II aumenta la producción de insulina. Anemia por deficiente aporte de hierro. Por el magnesio presente mantienen el ritmo cardíaco, reducen el riesgo de cardíaco, protegen la mucosa gástrica, bajan el colesterol y triglicéridos, reducen el riesgo de fracturas de cadera.

Contraindicaciones²³¹:

Gastritis aclorhídrica, procesos ulcerosos esofágicos y gastroduodenales en fase aguda o con riesgo de hemorragia. Infecciones intestinales, renales, pancreáticas, vesiculares. Hipertensión arterial grave. Accidentes cerebrovasculares agudos. Neoplasias en fase de tratamiento.

Segundo Grupo:

Compuesto por: **FUENTE MAYRINK 1:** (iones predominantes: bicarbonato, calcio y sodio. Carbogaseosa. Mineralización muy débil. Muy blanda); **FUENTE MAYRINK 2:** (iones predominantes: bicarbonato, calcio y sodio. Carbogaseosa. Mineralización muy débil. Muy blanda); **FUENTE MAYRINK 3:** (iones predominantes: bicarbonato, calcio y sodio. Carbogaseosa. Oligometálica. Muy blanda) y **FUENTE DON PEDRO:** (iones predominantes: bicarbonato y calcio. Carbogaseosa. Mineralización débil. Blanda)

Técnicas Crenoterápicas Utilizadas²³²⁻²³³:

Hidropismo: se indican tomas de 100 a 200 ml varias veces al día, si posible antes de las principales comidas, totalizando de 1000 a 1500 ml/día.

Balneoterapia: los baños son hipotermales, con duración de 15 a 20 minutos. Para uso como procedimiento hipotensor la temperatura inicial deberá ser próxima de 33-34°C y la duración será de 10 a 15 minutos inicialmente, pudiendo llegar hasta 20-25 minutos. La balneoterapia se da solamente con el agua de la Fuente Don Pedro, que es direccionada al sector de baños del balneario de Caxambu. Las

²³¹ Martín AI. Op. cit.

²³² Syndicat National des Médecins de Stations Thermales, Marines et Climatiques de France. Op. cit.

²³³ Mejjide R, Rodríguez-Villamil JL, Teijeiro J. Op. cit.

demás fuentes mencionadas no tienen caudal suficiente y no son direccionadas hacia el interior del balneario.

El **aislamiento del carbónico libre** también puede ser utilizado en la forma de inyecciones subcutáneas a razón de 5cc/kg de peso corporal, cuya acción es vasodilatadora y analgésica. Es una técnica altamente especializada y utilizada por profesionales médicos que dominan el procedimiento.

Indicaciones:

En la forma de bebida (**hidropismo**) están indicadas en las dispepsias funcionales por hiperclorhidria, alteraciones del tono gastrointestinal, colecistopatías, disfunciones pancreáticas, nefrolitiasis por ácido úrico y cristales de oxalato de calcio, antiinflamatoria de las mucosas, cura de diuresis. En la **balneoterapia**, están indicadas como baños sedativos, en la hipertensión e hipotensión arterial, vasculitis inflamatoria, arteriopatías periféricas, pelviperitonitis.

Contraindicaciones²³⁴:

Infecciones agudas, procesos neoplásicos, insuficiencias viscerales (cardíaca, renal, hepática, respiratoria), hemorragias, vasculopatías cerebrales en fase de recuperación, procesos inflamatorios en fase aguda.

Tercer Grupo:

Compuesto por: **FUENTE VIOTTI** (iones predominantes: bicarbonato, calcio, sodio. Ferruginosa. Mineralización débil. Muy blanda) y **FUENTE VENÂNCIO** (iones predominantes: bicarbonato y calcio. Oligometálica. Muy blanda).

²³⁴ Martín AI. Op. cit.

Técnicas Crenoterápicas Utilizadas²³⁵⁻²³⁶:

Por la predominancia de los iones bicarbonato, calcio y sodio, las indicaciones de **hidropismo** son las mismas mencionadas en las fuentes Mayrink 1, 2 y 3., a excepción las indicaciones provenientes de la presencia de carbónico libre en estas fuentes. Cuanto a la presencia de hierro en la Fuente Viotti, la dosis a ser ingerida es de aproximadamente 100 a 200 ml por toma, totalizando de 1000 a 1500 ml/día. El agua de la fuente Venâncio puede ser ingerida en tomas que varían de 100 a 200 ml, varias veces al día, en un total de 1500 ml/día. Se aconseja coincidir las, también, con desayuno, almuerzo y cena. La **balneoterapia** respecta las mismas indicaciones de las fuentes Mayrink 1, 2 y 3 cuanto a su contenido de bicarbonato, calcio y sodio y pueden ser realizados a una temperatura de 36 a 37°C ya que no contienen el carbónico libre. Se recuerda que la Fuente Viotti no se destina a la balneoterapia debido a su bajo caudal. Sin embargo, el agua de la Fuente Venâncio es direccionada hacia el interior del balneario y se destina a la práctica de baños.

Indicaciones:

En el **hidropismo**, y por su contenido en bicarbonato y calcio, están indicadas en las nefrolitiasis por urato y oxalato de calcio, aumento de la diuresis, dispepsias, gastritis por hiperclorhidria, úlceras gastroduodenales, esofagitis, duodenitis, colecistopatías, hepatoprotección, pancreatitis inflamatorias, normalización del tono intestinal, antiinflamatoria, en la diabetes tipo II aumenta la producción de insulina. En las anemias por deficiente aporte de hierro (Fuente Viotti). La **balneoterapia** está indicada en patologías reumáticas

²³⁵ Syndicat National des Médecins de Stations Thermales, Marines et Climatiques de France. Op. cit.

²³⁶ Mejjide R, Rodríguez-Villamil JL, Teijeiro J. Op. cit.

inflamatorias crónicas, disfunciones del sistema nervioso vegetativo, pelviperitonitis, contracturas musculares.

Contraindicaciones²³⁷:

Son las clásicas mencionadas anteriormente, o sea, procesos inflamatorios o infecciosos agudos, neoplasias, hemorragias, insuficiencias viscerales, tuberculosis.

Cuarto Grupo:

Compuesto por: **FUENTE PRINCESA IZABEL:** (iones predominantes: bicarbonato, calcio y sodio. Ferruginosa. Mineralización media. Extremadamente dura) y **FUENTE LEOPOLDINA:** (iones predominantes: bicarbonato, calcio y sodio. Carbogaseosa. Mineralización media. Dura).

Técnicas Crenoterápicas Utilizadas²³⁸⁻²³⁹:

Hidropismo: debido a su mineralización media y dureza, se recomiendan tomas durante el día en pequeñas cantidades que varían de 100 a 150 ml, totalizando en media 1000 ml/día. Esta misma recomendación se aplica por su contenido en bicarbonato, calcio, sodio, carbónico e hierro. Se observará la tolerabilidad durante el periodo de tratamiento.

Balneoterapia: respeta las mismas indicaciones de las fuentes Viotti y Venâncio. Cuanto a su contenido de bicarbonato, calcio y sodio, el agua de la Fuente Princesa Izabel puede ser destinado a baños con una temperatura de 36 a 37°C ya que no contiene carbónico libre. El agua de la Fuente Leopoldina, también con predominancia de los iones bicarbonato, calcio y sodio, respeta las mismas indicaciones de balneoterapia de la Fuente Princesa Izabel, pero, debido a la presencia

²³⁷ Martín AI. Op. cit.

²³⁸ Syndicat National des Médecins de Stations Thermales, Marines et Climatiques de France. Op. cit.

²³⁹ Mejjide R, Rodríguez-Villamil JL, Teijeiro J. Op. cit.

del carbónico libre, encuentra indicación en baños hipotermiales, a 33-34°C y con duración inicial de 15 a 20 minutos, aumentándose el tiempo para hasta 25 minutos según la tolerabilidad del individuo y los resultados obtenidos en la hipertensión arterial. Pueden ser usados a temperatura de 36-37°C para tratamiento de la hipotensión arterial.

Indicaciones:

En el **hidropismo**, y por su contenido en bicarbonato y calcio, se encuentran indicadas en las nefrolitiasis por urato y oxalato de calcio, aumento de la diuresis, dispepsias, gastritis por hiperclorhidria, úlceras gastroduodenales, esofagitis, duodenitis, colecistopatías, hepatoprotección, pancreatitis inflamatorias, normalización del tono intestinal, antiinflamatoria, en la diabetes tipo II aumenta la producción de insulina. En las anemias por deficiente aporte de hierro (Fuente Princesa Isabel). Se recuerda que debido a la dureza, pH bajo y mineralización, estas deben ser consumidas en cantidades moderadas. La **balneoterapia** está indicada en patologías reumáticas inflamatorias crónicas, disfunciones del sistema nervioso vegetativo, pelviperitonitis, contracturas musculares. Por la presencia del carbónico libre en el agua de la Fuente Leopoldina, la misma puede ser empleada en patologías vasculares periféricas, tales como las vasculitis, arteriopatías periféricas, hipotensión e hipertensión arterial.

COLOFÓN

La exposición de los datos de las diferentes fuentes de agua mineromedicinal del Parque de Aguas de Caxambu nos permite afirmar que esta Estancia Hidromineral presenta recursos minerales diferenciados para uso crenoterápico, catalogada como una de las más diferenciadas del Brasil.

En este país se encuentran inúmeros balnearios que tuvieron su apogeo hasta la década de 60. Después del cierre de los casinos en las estancias hidrominerales en el año 1947 a través del Decreto del Presidente Eurico Gaspar Dutra y el cese de la enseñanza universitaria en las Cátedras de Crenología Y Crenoterapia en 1946-1947, los balnearios se vieron impedidos de seguir su línea de investigación científica, en virtud del poco interés por parte del gobierno, falta de aporte financiero por parte de los Ayuntamientos y Estados, falta de profesionales médicos interesados en el estudio de la Hidrología Médica y por último, el desarrollo incontestable de la industria farmacéutica.

Estos episodios persistieron hasta el año 2001, época en que intervenciones puntuales direccionaron el termalismo hacia un futuro promisor. El reconocimiento, por parte del Ministerio de Salud, de las aguas mineromedicinales como integrante de las Prácticas Médicas Complementarias fue factor primordial para el reconocimiento de las mismas en las políticas públicas de salud.

El retorno de las actividades de la Comisión Permanente de Crenología del Ministerio de Minas y Energía del Brasil proporcionó seguridad, modernización y austeridad en el mercado brasileño de aguas minerales envasadas, así como también cumplió con su deber de modernizar y disciplinar el funcionamiento de todos los balnearios brasileños, a través de varias ordenanzas editadas y promulgadas por el Departamento Nacional de Producción Mineral- DNPM – en los últimos 7 años. Todo esto bajo la responsabilidad de la Comisión Permanente de Crenología que supo discutir ampliamente las nuevas y modernas directrices que exigía el mercado nacional. Se recuerda que la mayoría de las leyes y decretos en el área de envase de aguas y uso de balnearios son seguidos según el Código de Aguas de Brasil, promulgado en 8 de agosto de 1945, por lo tanto, ya necesitando de

una actualización puntual e inmediata. Aun se espera una modernización amplia, efectiva y rápida del referido código de aguas.

Se torna interesante mencionar que en los últimos 2 años se obtuvo una mayor aproximación con las universidades, principalmente en el área de Reumatología y Neurología/Neurocirugía, a través de la participación en eventos científicos divulgando el potencial de las aguas mineromedicinales en el tratamiento complementario de las patologías reumatológicas y neurológicas, entre otras, incluso en el capítulo de la rehabilitación.

En octubre de 2012, por la primera vez en los últimos 50 años, se introdujo la Hidrología Médica en el currículo de un Posgrado ministrado en una universidad pública del Estado de São Paulo (UNIFESP – Universidad Federal de São Paulo), específicamente en el Departamento de Neurología y Neurocirugía- Área de Especialización en Teorías e Técnicas para Cuidados Interactivos. En 28 de mayo de 2013 se impartió la primera clase para alumnos de Medicina en la misma UNIFESP, gracias a la intervención puntual y dinámica de la Profesora Doctora Sissy Fontes, coordinadora del Posgrado y responsable por esta intervención. Quizá sea el inicio de una nueva era para la Hidrología Médica en Brasil y la oportunidad de nuevas pesquisas con las aguas mineromedicinales.

La tendencia que observamos en Caxambu es la habitual y constante presencia de un limitado público residente en la ciudad que va frecuentemente buscar su(s) agua(s) en las diferentes fuentes del Parque con la finalidad de tratarse de alguna molestia, o como alternativa natural de prevenirse contra ellas.

Este público cautivo, natural de Caxambu o turistas en vacaciones, que allí concurren para beber el agua de las fuentes, lo hacen de manera

empírica, a través de informaciones médicas desencontradas y que ni siempre la real indicación de cada fuente.

Vale recordar que estas aguas todavía siguen siendo clasificadas por las normativas del Código de Aguas Minerales de Brasil, promulgado el 8 de agosto de 1945, por el Presidente Getulio Vargas, asiduo frecuentador de las ciudades hidrominerales del sur de Minas Gerais. Como hecho histórico, se menciona que la confección del Código de Aguas se hizo cuando el sector de aguas subterráneas del Brasil aun pertenecía al Ministerio de Agricultura y fue elaborado con base en el código francés. Hoy día está bajo la tutela del Ministerio de Minas y Energía.

Todavía referenciando dicho Código, pocos estudios en el área de la Geología, Hidrogeología, Geología Médica e Hidrología Medica fueran suficientemente estudiados en los últimos años, de manera tal que pudiesen proporcionar aportes científicos en la caracterización de elementos minerales relacionados a la salud humana y con capacidad de modernizar valores permisibles cuanto a su presencia en las aguas minerales.

Se observa que existía en el Departamento Nacional de Producción Mineral – DNPM – hasta poco tiempo atrás, la tendencia de concentrar todos los estudios referentes a agua mineral en solamente un laboratorio acreditado y apto a realizar los análisis físicos, fisicoquímicos y bacteriológicos de las aguas minerales, sea para envase o uso en balnearios. Dicha actitud sufrió intervenciones en los últimos tiempos y otras unidades laboratoriales ya se encuentran en proceso de acreditación en todo el territorio brasileño.

Cuanto al balneario de Caxambu, así como en la mayoría de los balnearios brasileños, la falta de interés se confirma cuando se busca un médico hidrólogo.

No los hay debido a la falta de enseñanza en las universidades, o cuando están presentes en el balneario, es en la condición de un médico clínico generalista que solamente tiene la función de verificar los signos vitales y de manera precaria, hacer indicaciones de baños. El aporte de informaciones incompatibles con las características de los recursos minerales de que dispone es práctica frecuente en la mayoría de los establecimientos termales del Brasil.

La falta de literatura específica y actualizada contribuye para este escenario nacional, acompañado de una total falta de interés de los órganos gubernamentales, que mayoritariamente son los detentores y propietarios de una gran cantidad de balnearios, principalmente los que se encuentran en el Estado de Minas Gerais. En otros Estados de la Unión los hay bajo dirección de la iniciativa privada y unos pocos bajo gestión público- privada.

Llevándose en cuenta estas consideraciones, consideramos de extrema y urgente necesidad estudiar el potencial crenoterápico de las aguas mineromedicinales del parque de Caxambu.

IX. CONCLUSIONES

PRIMERA: Los recursos hidrotermales del Estado de Minas Gerais, durante el período de la colonización portuguesa, fueron descubiertos y explotados por los desbravadores, llamados en Brasil "Bandeirantes".

SEGUNDA: Los manantiales de aguas mineromedicinales alcanzaron gran desarrollo en el siglo XIX, durante el período Imperial del Brasil. La ciudad de Caxambu creció gracias a sus aguas mineromedicinales, llegando a ser una de los más famosos centros crenoterápico del Brasil.

TERCERA: La ciudad de Caxambu concentró su actividad casi exclusivamente en la práctica termal, sin atender otras vertientes de la economía. Por tanto, al surgir circunstancias desfavorables para el termalismo, al final de la década de los cuarenta del siglo pasado, sufrió un gran deterioro en su desarrollo.

CUARTA: De esta situación solamente se salvó la planta envasadora de aguas, que siempre mantuvo su actividad, sea a través de gestión privada o pública y que, en la actualidad cuenta con la más alta tecnología del sistema de envasado y es líder en el mercado brasileño, prioritariamente en los estados de Minas Gerais, Belo Horizonte y São Paulo.

QUINTA: A partir de los resultados analíticos, las aguas mineromedicinales del Centro Termal de Caxambu se pueden clasificar, desde el punto de vista de la Hidrología Médica, atendiendo a su residuo seco, como: Oligametálicas (Venâncio, Mayrink 3, Mayrink 2, Mayrink 1, Viotti, Don Pedro, Leopoldina y Princesa Isabel) y con más de un gramo litro (Duque de Saxe, Fuente Beleza y Ernestina Guedes) que a su vez, son también bicarbonatadas, cálcicas, magnésicas.

SEXTA: Atendiendo a su contenido en anhídrido carbónico, son carbogaseosas (Ernestina Guedes, Fuente Beleza, Mayrink 3, Mayrink 2, Leopoldina, Duque de Saxe, Mayrink 1, y Don Pedro). Por su

contenido en ión ferroso, son ferruginosas (Viotti, Princesa Isabel y Fuente Beleza).

SÉPTIMA: Teniendo en cuenta su composición físico-química y su aplicación contrastada, las aguas mineromedicinales del Centro Termal de Caxambu se pueden administrar por oral en afecciones del aparato digestivo, trastornos metabólicos y patologías renales; administradas por vía admiátrica en patologías respiratorias; y tópicamente, en balneación, en patologías del aparato locomotor, ortopédico-traumáticas y neurológicas.

OCTAVA: Para un mejor aprovechamiento del Parque de las Aguas, desde el punto de vista sanitario, es necesaria la formación en el área de Hidrología Médica, principalmente de los médicos que integran el Sistema Único de Salud de la región de Caxambu y ciudades vecinas.

X. BIBLIOGRAFIA

1. Ackermann D, Baumann JM, Futterlieb A, Zingg EJ. Influence of calcium content in mineral water on chemistry and crystallization conditions in urine of calcium stone formers. *Eur Urol.* 1988; 14(4):305-8.
2. Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias (AETS). Técnicas y Tecnologías en Hidrología Médica e Hidroterapia. Madrid: ISCIII; 2006.
3. Andrade Junior JF. Captação das Fontes de São Lourenço. Informe técnico. Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Produção Mineral; 1942. Informe No. 4.
4. Anti M, Lippi ME, Santarelli L, Gabrielli M, Gasbarrini A, Gasbarrini G. Effects of mineral-water supplementation on gastric emptying of solids in patients with functional dyspepsia assessed with the ¹³C-octanoic-acid breath test. *Hepatogastroenterology.* 2004; 51(60):1856-9.
5. Armijo F. Evolución de los análisis de las aguas. *Bol Soc Esp Hidrol Méd.* 1987;1(2): 57-62.
6. Armijo F. Estructura y propiedades físicas, físico-químicas y químicas de las aguas mineromedicinales. En: Armijo M, San Martín J. Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia. Madrid: Ed. Complutense. 1994.
7. Armijo F, Hurtado I, Maraver F. Aguas mineromedicinales españolas. In: Maraver F, Aguilera L, Armijo F, Martín AI, Meijide R, Soto J. Vademécum de Aguas Mineromedicinales Españolas. Madrid: ISCIII. 2003, 37-293.
8. Armijo F. Historia de los Baños de Ariño a través de sus análisis. *Anal Hidrol Med,* 2010; 3: 131-158.

9. Armijo F. Cien años de análisis de las aguas mineromedicinales. Madrid: Complutense. 2012, 361 pp.
10. Armijo F. La Cátedra de Hidrología Médica y los análisis de aguas mineromedicinales. Bol Soc Esp Hidrol Med. 2012; 27(1): 33-37.
11. Armijo M. Compendio de Hidrología Médica. Madrid: Ed. Científico-Médica; 1968.
12. Armijo M. Crenoclimatoterapia de las afecciones gastrointestinales. En: Armijo M. Compendio de Hidrología Médica. Madrid: Ed. Científico-Médica; 1968.
13. Armijo M, San Martín J. Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia. Madrid: Ed. Complutense. 1994.
14. Armijo M. Aguas bicarbonatadas. En: Armijo M, San Martín J. Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia. Madrid: Ed. Complutense. 1994, 259-267.
15. Armijo M. Aguas carbónicas o acídulas. En: Armijo M, San Martín J. Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia. Madrid: Ed. Complutense. 1994, 269-278.
16. Armijo M, San Martín J. Curas hidrotermales en afecciones renales y de vías urinarias. En: Armijo M, San Martín J. Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia. Madrid: Ed. Complutense. 1994, 407-413.
17. Armijo M. Curas hidrotermales en afecciones hepáticas y de vías biliares. En: Armijo M, San Martín J. Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia. Madrid: Ed. Complutense. 1994, 395-405.

18. Armijo M. Curas hidrotermales em afecciones metabólicas y endócrinas. En: Armijo M, San Martín J. Curas balneárias y climáticas. Talasoterapia y Helioterapia. Madrid: Ed. Complutense. 1994, 435-450.
19. Armijo M. Sanitary interest of carbonic, carbogaseous or acidulated Waters. An R Acad Med (Madr). 2002;119(1):175-88.
20. Baguet JC. Crenotherapie en uro-nephrologie. In: Queneau P, Boulangé M, Françon A, Graber-Duvernay B, Laroche C, Oudot J, Roques C. Médecine thermale. Faits et preuves. Paris: Masson. 2000, 145-148.
21. Bejarano R. Estudio sobre las aguas de Fuensanta y su antiguo balneario. [Tesis]. Madrid: Universidad Complutense; 1996.
22. Bellini M, Sparato M, Costa F, Tumino E, Ciapparrone G, Flaudolli F, Rucco M, Maltinti G, Marchi S. Gallbladder motility following intake of mineral bicarbonate-alkaline water - Ultrasonographic assessment. Minerva Med 1995; 86(3): 75-80.
23. Berdonces JL. Aguas minerales pirenaicas. [Tesis]. Madrid: Universidad Complutense. 1992.
24. Bertacini A, Borghesi M. Indications for a medium mineral high bicarbonate water (Cerelia) in urology. Arch Ital Urol Androl. 2009; 81(3):192-4.
25. Bertoni M, Olivieri F, Manghetti M, Boccolini E, Bellomini MG, Blandizzi C, Bonino F, Del Tacca M. Effects of a bicarbonate-alkaline mineral water on gastric functions and functional dyspepsia: a preclinical and clinical study. Pharmacol Res. 2002; 46(6):525-31.

26. Borghi L, Meschi T, Schianti T, Briganti A, Guerra A, Allegri F, Novarini A. Urine volume: stone risk factor and preventive measure. *Nephron*. 1999;81:Suppl 1:31-7.
27. Boulangé M. *Les Vertus des Cures Thermales*. Montpellier: Ed. Espaces. 1997.
28. Brasil (mapa de división territorial). Brasília: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (BR); 2010. [consultado 05-09-2013] Disponible en: <http://mapas.ibge.gov.br/fisicos>
29. Burckhardt P. Mineral Waters and bone health. *Ver Med Suisse Roamnde*. 2004;124(2):101-3.
30. Castillo E. Estudio de las aguas minerales de la provincia de Toledo. [Tesis]. Madrid: Universidad Complutense. 2002.
31. Castillo MJ. Historia del Balneario de Mondariz hasta 1936. [Tesis]. Madrid: Universidad Complutense; 1992.
32. Catalán, LJ. *Química del agua*. Madrid: Ed. Blume; 1969.
33. Ceballos MA. Estudio histórico-científico de las aguas minero-medicinales de Baños de Montemayor (Cáceres). [Tesis]. Madrid: Universidad Complutense; 1991.
34. Ceballos MA. Aguas ferruginosas. En: Armijo M, San Martín J. *Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia*. Madrid: Ed. Complutense. 1994, 279-285.
35. Ceballos MA. Curas hidrotermales en las hemopatías. En: Armijo M, San Martín J. *Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia*. Madrid: Ed. Complutense; 1994, 459-464.
36. Cobertura Vegetal e Uso do Solo do Estado de Minas Gerais (mapa). Belo Horizonte: Instituto Estadual de Florestas; 1994.

37. Contracto da Empreza de Aguas Minerais de Caxambu e Contendas com a Provincia de Minas Gerais; 1889.
38. Cuomo R, Grasso R, Sarnelli G, Capuano G, Nicolai E, Nardone G, Pomponi D, Budillon G, Ierardi E. Effects of carbonated water on functional dyspepsia and constipation. *Eur J Gastroenterol Hepatol.* 2002;14(9):991-9.
39. Custódio E, Llamas M. *Hidrología Subterránea.* Barcelona: Ed. Omega; 1983.
40. Chu MC, Cospers P, Orio F, Carmina E, Lobo RA. Insulin resistance in postmenopausal women with metabolic syndrome and the measurements of adiponectin, leptin, resistin and ghrelin. *Am J Obstetrics Gynecol.* 2006; 194: 100-4.
41. Dahl C, Sogaard AJ, Tell GS, Flaten TP, Hongve D, Omsland TK, Holvik K, Meyer HE, Aamondt G. Nationwide data on municipal drinking water and hip fracture: Could calcium and magnesium be protective? A NOREPOS study. *Bone.* 2013;57(1):84-91.
42. Debray C, De la Tour C, Vaille C, Rozé C, Souchard M. Action de l'insuline, seule et en présence d'eau bicarbonatee sodique sur la secretion pancreatique et biliaire chez le rat. *Therapie* 1969; 14: 283-95.
43. Departamento Nacional da Produção Mineral. Processo DNPM n. 2857/35.
44. Departamento Nacional de Produção Mineral. Levantamento de Recursos Naturais do Projeto RADAMBRASIL. Informe técnico. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 1983. Informe Nº: SF 23/24-RJ/Vitória-v.34.

45. Diccionario Esencial de la Lengua Española de la Real Academia Española. 1ª ed. Madrid: Espasa Calpe; 2006. Esquisto; p. 625
46. Dubois O, Boulangé M, Lôo H. Thermalisme hydrothérapie et psychiatrie, Paris: Masson. 2000.
47. Empresa de Pesquisas Agropecuárias de Minas Gerais. Atlas Climatológico do Estado de Minas Gerais. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 1982.
48. Estudos Geoambientais das Fontes Hidrominerais de Cambuquira, Caxambu, Conceição do Rio Verde, Lambari e São Lourenço. En:Projeto Circuito das Águas do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte:Secretaria de Estado de Minas e Energia; 1999.
49. Fornai M, Colucci R, Antonioli L, Ghisu N, Tuccori M, Gori G, Blandizzi C, Del Tacca M. Effects of a bicarbonate-alkaline mineral water on digestive motility gastrointestinal disorders. *Methods Find Exp Clin Pharmacol*. 2008; 30(4): 261-9.
50. García A. Afecciones digestiva. In: AETS. Técnicas y Tecnologías em Hidrología Médica e Hidroterapia. Madrid: ISCIII. 2006.
51. Gasbarrini G, Candelli M, Graziosetto RG, Coccheri S, Di Iorio F, Nappi G. Evaluation of thermal water in patients with functional dyspepsia and irritable bowel syndrome accompanying constipation. *World J Gastroenterol*. 2006;12(16):2556-62
52. Gasbarrini G, Merra G, Candelli M, Cittadini AR, Sgambato A, Silveri NG, Gasbarrini A. [Evaluation of gastric emptying and gastrointestinal symptoms in dyspeptic patients before and after hydropinic therapy]. *Recenti Prog Med*. 2001;101(10):389-92.

53. Gascón E. El balneario de Vallfogona de Riucorb (Tarragona). [Tesis]. Madrid: Universidad Complutense. 1997.
54. Gay G, Boulangé M. Crenotherapie au cours du diabete et des maladies metaboliques. In: Queneau P, Boulangé M, Françon A, Graber-Duvernay B, Laroche C, Oudot J, Roques C. Médecine thermale. Faits et preuves. Paris: Masson. 2000, 137-144.
55. Gay G, Boulangé M. Crenotherapie et affections digestives. In: Queneau P, Boulangé M, Françon A, Graber-Duvernay B, Laroche C, Oudot J, Roques C. Médecine thermale. Faits et preuves. Paris: Masson; 2000, 129-136.
56. Gonsalves AD, Freitas ID, Przewodosky RNT, Deleito P, Monteiro Y. Aguas Mineraes do Brasil. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura do Brasil; 1935.
57. Gonzalo ML. Estudio del balneario de Alhama de Aragón (Zaragoza). [Tesis]. Madrid: Universidad Complutense. 1999.
58. Grossi F. Influence of mineral waters on functional dyspepsia. Clin Ter. 1989;129(4):261-70
59. Guillén J, Cebrián A. Afecciones renales y urinárias. En: AETS. Técnicas y Tecnologías. In: Hidrología Médica e Hidroterapia. Madrid: ISCIII. 2006.
60. Gutberlet J. Produção Industrial e Política Ambiental: Experiências de São Paulo e Minas Gerais. São Paulo: Konrad Adenauer Stiftung; 1996.
61. Gutenbrunner C, Hildebrandt G. Handbuch der Balneologie und medizinischen Klimatologie. Berlín: Springer. 2001.

62. Halksworth G, Moseley L, Carter K, Worwood M. Iron absorption from Spatone (a natural mineral water) for prevention of iron deficiency in pregnancy. Clin Lab Haematol. 2003;25(4):227-31.
63. Heaney RP. Absorbability and utility of calcium in mineral waters. Am J Clin Nutr. 2006;84(2):371-4.
64. Hirata R, Fernandes A, Yoshinaga S, Almodovar M, Bernardes Junior, C. Estudo para localização de Fontes de Águas não Carbogasosas. Informe técnico. São Lourenço: Empresa São Lourenço S/A.; 1994.
65. Hubert J, Hubert C, Jungers P, Daudon M, Hartemann P. [Drinking water and urinary stones. Which drinking water and which modalities of diuresis?]. Prog Urol. 2002;12(4):692-9.
66. Infopedia.pt [pagina en internet]. Porto: Porto Editora; 2003-13 [citado 9 jul 2012]. Arquitetura do Ferro; [aprox. 2 pantallas]. Disponible en: [http://www.infopedia.pt/\\$arquitetura-do-ferro](http://www.infopedia.pt/$arquitetura-do-ferro)
67. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Brasileiro 2010. Informe final. Brasília: IBGE; 2010. [consultado 05-09-13] Disponible en: <http://censo2010.ibge.gov.br/en/resultados#>
68. Instituto de Geociências Aplicadas. Atlas Geoeconômico da Microrregião do Circuito das Águas. Belo Horizonte: IGA; 1982.
69. Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais. Processo No. 108 de Tombamento do Conjunto Paisagístico e Arquitetônico do Parque das Águas de Caxambu. Informe final. Belo Horizonte: IEPHA-MG; 1998.

70. Karagulle O, Kleczka T, Vidal C, Candir F, Gundermann G, Kulpmann WR, Gehrke A, Gutenbrunner C. Magnesium absorption from mineral Waters of diferente magnesium contente in healthy subjects. *Forsch Komplementärmed.* 2006;13:9-14.
71. Karagülle O, Smorag U, Candir F, Gundermann G, Jonas U, Becker AJ, Gehrke A, Gutenbrunner C. Clinical study on the effect of mineral waters containing bicarbonate on the risk of urinary stone formation in patients with multiple episodes of CaOx-urolithiasis. *World J Urol.* 2007;25(3):315-23.
72. Kessler T, Hesse A. Cross-over study of the influence of bicarbonate-rich mineral water on urinary composition in comparison with sodium potassium citrate in healthy male subjects. *Br J Nutr.* 2000;84(6):865-71.
73. Kolankiewicz F, Henz FM, Bellinaso ML. Estudo do perfil lipídico e da prevalência de dislipidemias em adultos. *RBAC.* 2008;40(4): 317-20.
74. Lemos ML. Fonte Floriano de Lemos II: Caxambu, de água santa a patrimônio estadual. Caxambu: Ed. Maria de Lourdes Lemos; 2007.
75. Lemos ML. Fontes e Encantos de Caxambu I. São Paulo: Ed. Graphics; 1998.
76. Lima JE, Beato DAC, Oliveira FAR. Hidrogeologia de Caxambu. Belo Horizonte: CPRM-COMIG; 1996.
77. Ljunghall S, Fellström B, Johansson G. Prevention of renal stones by a high fluid intake?. *Eur Urol.* 1998;14(5):381-5.

78. Lopes E. El Reto de la Conservación Ambiental y la diversificación del Turismo Masivo del balneario. El diseño de una estrategia para Caldas Novas, Brasil. [Tesis]. Barcelona: Universidad Autónoma; 2002.
79. Lopes RS. Aguas Mineraes do Brasil, Composição, Valor e Indicações Terapêuticas. Rio de Janeiro: Livraria Francisco Alves; 1931.
80. López A. Balneario de Fortuna. [Tesis]. Madrid: Universidad Complutense. 1999.
81. Luft FC, Steinberg U, Ganten D, Meyer KH, Gless RE, Lang NS, Fineberg W, Rascher TH, Unger, Ganten D. Effect of sodium chloride and sodium bicarbonate on blood pressure in stroke-prone spontaneously hypertensive rats. *Clinical Science*. 1988;74, 577-85.
82. Lumbreras JF, Shinzato EM. Levantamento de solos do Município de Caxambu. Relatório interno. Belo Horizonte: Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais; 1993.
83. Maciel YR. Caxambu, turismo além das águas minerais. Potencialidades e entraves. [Trabajo de Postgrado]. Belo Horizonte: Instituto de Geociencias da Universidade Federal de Minas Gerais; 2008, 89 pp. [consultado 05-09-13] Disponible en: <http://www.slideshare.net/econegocios/caxambu-turismo-alm-das-guas-potencialidades-e-entraves>
84. Marangella M, Vitale C, Petrarulo M, Rovera L, Dutto F. Effects of mineral composition of drinking water on risk for stone formation and bone metabolism in idiopathic calcium nephrolithiasis. *Clinical Science*. 1996; 91: 313-18.

85. Maraver F, Aguilera L, Armijo F, Martín AI, Meijide R, Soto J. Vademécum de Aguas Mineromedicinales Españolas. Madrid: ISCIII. 2003.
86. Maraver F. Importancia terapéutica de las aguas mineromedicinales. In: Maraver F, Aguilera L, Armijo F, Martín AI, Meijide R, Soto J. Vademécum de Aguas Mineromedicinales Españolas. Madrid: ISCIII. 2003, 13-22.
87. Maraver F. Balneoterapia: el remedio del mundo antiguo. In: López Guzmán J (Coord.). Medicamentos, Placebos y Fraudes. Alcalá: faeditorial. 2008, 227-238.
88. Maraver F. Importancia de la medicina termal. Balnea. 2008;4:35-50.
89. Maraver F, Armijo F. Vademécum II de aguas mineromedicinales españolas. Madrid: Ed Complutense; 2010.
90. Maraver F, Hurtado I, Armijo F. Aguas mineromedicinales españolas. In: Maraver F, Armijo F. Vademécum II de Aguas Mineromedicinales Españolas. Madrid: Ed. Complutense. 2010, 53-296.
91. Maraver F. Clasificaciones. In: Maraver F, Armijo F. Vademécum II de Aguas Mineromedicinales Españolas. Madrid: Ed. Complutense. 2010, 297-310.
92. Maraver F, Morer C. Bottled natural mineral water and health. Press Therm et Clim. 2010; 147(1): 108-109.
93. Maraver F, Michán A, Corvillo I, Aguilera L. Papel de las aguas minerales ricas en calcio en la osteoporosis. Med Clin (Barc). 2011;137(13):619-20.

94. Maraver F. La Cátedra de Hidrología Médica y la Escuela Profesional de Hidrología Médica e Hidroterapia. Bol Soc Esp Hidrol Med. 2012; 27(1): 40-46.
95. Maraver F, Morer C. Balneology Research in Spain. Balnea. 2012;6:291-292.
96. Maraver F. Memoria de actividades de la Cátedra de Hidrología Médica - Escuela Profesional de Hidrología Médica e Hidroterapia. Balnea. 2012; 7: 183-261.
97. Martín AI. Contraindicaciones del termalismo. In: Maraver F, Aguilera L, Armijo F, Martín AI, Meijide R, Soto J. Vademécum de Aguas Mineromedicinales Españolas. Madrid: ISCIII. 2003, 37-45.
98. Martínez I. Balnearios y manantiales de aguas minero-medicinales de la Comunidad de Madrid. [Tesis]. Madrid: Universidad Complutense. 1997.
99. Martínez I. Afecciones cardiovasculares y hemopatías. In: AETS. Técnicas y Tecnologías em Hidrología Médica e Hidroterapia. Madrid: ISCIII. 2006, 111-13.
100. McKenna D, Spence D, Haggan SE, McCrum E, Dornan JC, Lappin TR. A randomized trial investigating an iron-rich natural mineral water as a prophylaxis against iron deficiency in pregnancy. Clin Lab Haematol. 2003;25(2):99-103.
101. Meijide R. Aportación a la cura baneoterápica en el balneario de Lugo. [Tesis]. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela; 1994.

102. Mejjide R, Rodríguez-Villamil JL, Teijeiro J. Técnicas hidroterápicas. In: Martínez M, Pastor JM, Sendra F (edit.). Manual de Medicina Física. Madrid: Harcourt. 1998, 358-376.
103. Meschi T, Schianti T, Ridolo E, Adorni G, Allegri F, Guerra A, Novarini A, Borghi L. Body weight, diet and water intake in preventing stone disease. Urol Int. 2004; 72 Suppl 1:29-33
104. Messina B, Grossi F. Elementi di Idrologia Medica. Roma: Soc. Ed. Universo. 1984.
105. Messina B, Grossi F. Acque oligominerale. In: Elementi di Idrologia Medica. Roma: Soc. Ed. Universo. 1984, 103-112.
106. Messina B, Grossi F. Acque bicarbonate. In: Elementi di Idrologia Medica. Roma: Soc. Ed. Universo. 1984, 119-126.
107. Messina B, Grossi F. Acque carboniche. In: Elementi di Idrologia Medica. Roma: Soc. Ed. Universo; 1984. p. 127-132.
108. Messina B, Grossi F. Cure termali e canale digerente. In: Elementi di Idrologia Medica. Roma: Soc. Ed. Universo; 1984. p. 183-203.
109. Messina B, Grossi F. Cure termali e fisiopatología epatobiliare. In: Elementi di Idrologia Medica. Roma: Soc. Ed. Universo. 1984, 205-218.
110. Messina B, Grossi F. Cure termali e apparato uropoietico. In: Elementi di Idrologia Medica. Roma: Soc. Ed. Universo. 1984, 249-263.
111. Monasterio A. Estudio de las aguas minerales de la provincia de Neuquén – República Argentina. [Tesis]. Madrid: Universidad Complutense. 2010.

112. Monat H. Caxambu. Rio de Janeiro: Casa da Moeda do Brasil; 1894.
113. Nappi G. Medicina e Clinica Termale. Pavia: Selecta Medica. 2001.
114. Nascimento F. Contribuição à hidrogeologia da porção oeste do circuito das águas, sul de Minas Gerais, com o emprego de técnicas de Sensoriamento Remoto (disertación). São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais; 1995.
115. Nassini R, André E, Gazzieri D, De Siena G, Zanasi A, Giepetti P, Materazzi S. A bicarbonate-alkaline mineral water protects from ethanol-induced hemorrhagic gastric lesion in mice. Biol Pharm Bull 2010; 33(8): 1319-23.
116. Navarro E. Contribución al estudio de los balnearios de las Islas Canarias: aguas minerales de Firgas. [Tesis]. Madrid: Universidad Complutense. 2004.
117. Normén L, Arnaud MJ, Carlsson NG, Andersson H. Small bowel absorption of magnesium and calcium sulphate from a natural mineral water in subjects with ileostomy. Eur J Nutr. 2006;45(2):105-12.
118. Pagourelas ED, Zorou PG, Tsaligopoulos M, Athyros VG, Karagiannis A, Efthimiadis GK. Carbon dioxide balneotherapy and cardiovascular disease. Int J Biometereol. 2011; 55(5): 657-63.
119. Palacín E. Estudio de las aguas minerales de la provincia de Valladolid. [Tesis]. Madrid: Universidad Complutense. 2004.

120. Penalva F, Ribeiro Filho E. Geologia e Petrologia dos Maciços Alcalinos de Itatiaia e Passa-Quatro. Boletim de Geologia da Universidade de São Paulo 1967; 302: 302-22.
121. Penna FM. Hidrologia de superfície e qualidade das águas do Município de Caxambu. Informe interno. Belo Horizonte (MG): Secretaria de Estado de Minas e Energia de Minas Gerais; 1996.
122. Pérez-Granados AM, Navas-Carretero S, Schoppen S, Vaquero MP. Reduction in cardiovascular risk by sodium-bicarbonated mineral water in moderately hypercholesterolemic young adults. J Nutr Biochem. 2010;21(10):948-53.
123. Petraccia L, Mennuni G, Fontana Mr, Fraioli A. [Spa therapy in urolithiasis]. Clin Ter. 2005; 156(5): 231-3.
124. Prefeitura Municipal de Caxambu. Perfil do Turista Nacional que visita Caxambu. Informe interno. Caxambu: Secretaria Municipal de Turismo; 2006.
125. Queneau P, Boulangé M, Françon A, Graber-Duvernay B, Laroche C, Oudot J, Roques C. Médecine thermale. Faits et preuves. Paris: Masson. 2000.
126. Rasic-Milutinovic Z, Perunicic-Pekovic G, Jovanovic D, Gluvic Z, Cankovic-Kadijevic M. Association of blood pressure and metabolic syndrome component a with magnesium levels in drinking water in some Serbian municipalities. J Water Health 2012; 10(1): 161-9.
127. Resk KL, Just U. Possibilites and limits of CO₂ balneotherapy. Wein Med Wochenschr. 1994;114(3):45-50.

128. Rizzini CT. Tratado de Fitogeografía do Brasil: Aspectos Sociológicos e Florísticos. São Paulo: Editora Hucitec EDUSP; 1979.
129. Romero M, Aguilera L, Maraver F. Concentración de fluoruros en las aguas minerales naturales envasadas en España y Portugal: relación con la prevención de la caries y la fluorosis. *Odontol Pediátr (Madrid)*. 2001;9(2):89-92.
130. Roux S, Baudoin C, Boute D, Brazier M, De La Guéronniere V, De Vernejoul MC. Biological effects of drinking-water mineral composition on calcium balance and bone remodeling markers. *J Nutr Health Aging*. 2004;8(5):380-4.
131. Sabatier M, Arnaud MJ, Turnlund JR. Magnesium absorption from mineral water. *Eur J Clin Nutr*. 2003;57(6):801-2.
132. Sabatier M, Grandvullemin A, Kastenmayer P, Aeschlemann JM, Bouisset F, Arnaud MJ, Dumolin G, Berthelot A. Influence of the consumption pattern of magnesium-rich mineral water on magnesium bioavailability. *Br J Nutr* 2011; 106(3): 331-4.
133. Saint-Hilaire A. Viagens às nascentes do Rio São Francisco pela Provincia de Goiás. São Paulo: CEN; 1937.
134. San José C. Estudio hidrologico del balneario de Fuente Amarga de Chiclana (Cadiz). [Tesis]. Sevilla: Universidad de Sevilla. 1992.
135. San José C. Hidrología Médica y terapias complementarias. Sevilla: Universidad de Sevilla, 1998.

136. San José JC. Estudio histórico-científico del Balneario de Fuencaiente (Ciudad Real). [Tesis]. Madrid: Universidad Complutense; 1990.
137. San Martín J. Aguas oligominerales o de débil mineralización. En: Armijo M, San Martín J. Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia. Madrid: Ed. Complutense. 1994, 303-312.
138. San Martín J, Armijo M. Curas hidrotermales en Estomatología y afecciones gástricas e intestinales. En: Armijo M, San Martín J. Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia. Madrid: Ed. Complutense. 1994, 383-393.
139. Santos AM, Guimarães MJ, Severo J, Azevedo M. Ingestão de água mineral gasocarbónica hipersalina e pressão arterial. Rev Port Cardiol. 2010; 29(02):159-172.
140. Sato M, Kanikowska D, Iwase S, Nishimura N, Shimizu Y, Beli de Chantemele E, Matsumoto T, Inukai Y, Taniguchi Y, Ogata A, Sugenoja J. Effects of immersion in water containing high concentrations of CO₂ (CO₂-water) at thermoneutral on thermoregulation and heart rate variability in humans. Int J Biometeorol. 2009;53(1):25-30.
141. Saz P. Aguas mineromedicinales de la provincia de Huesca. [Tesis]. Zaragoza: Universidad de Zaragoza; 1991.
142. Schermann D, Baumann JM, Futterlieb A, Zing EJ. Influence of calcium content in mineral water on chemistry and cristallización conditions in urine: of calcium stone formers. Eur Urol. 1988; 14: 305-8.

143. Schmidt J, Monnet P, Normand B, Fabry R. Microcirculatory and clinical effects of serial percutaneous application of carbon dioxide in primary and secondary Raynaud's phenomenon. *Vasa*. 2005;34(2):93-100.
144. Schoppen S, Pérez Granados AM, Carbajal A, Oubiña P, Sánchez-Muniz FJ, Gómez-Gerique JA, Vaquero MP. A sodium-rich carbonated mineral water reduces cardiovascular risk in postmenopausal women. *J Nutr*. 2004;134(5):1058-63.
145. Schoppen S, Pérez-Granados AM, Carbajal A, de la Piedra C, Vaquero MP. Bone remodelling is not affected by consumption of a sodium-rich carbonated mineral water in healthy postmenopausal women. *Br J Nutr*. 2005;93(3):339-44.
146. Schoppen S, Pérez-Granados AM, Carbajal A, Sarriá B, Navas-Carretero S, Vaquero MP. Sodium-bicarbonated mineral water decreases aldosterone levels without affecting urinary excretion of bone minerals. *Int J Food Sci Nutr*. 2008;59(4):347-55.
147. Schoppen S, Pérez-Granados AM, Carbajal A, Sarriá B, Sánchez-Muniz FJ, Gómez-Gerique JA, Vaquero MP. Sodium bicarbonated mineral water decreases postprandial lipaemia in postmenopausal women compared to a low mineral water. *Br J Nutr*. 2005;94(4):582-7.
148. Schoppen S, Sánchez-Muniz FJ, Pérez-Granados M, Gómez-Gerique JA, Sarriá B, Navas-Carretero S, Vaquero MP. Does bicarbonated mineral water rich in sodium change insulin sensitivity of postmenopausal women? *Nutr Hosp*. 2007;22(5): 538-44.

149. Secretaria de Estado de Minas e Energia. Estudos Geoambientais das fontes hidrominerais de Águas de Contendas, Cambuquira, Caxambu, Lambari e São Lourenço. Belo Horizonte: 1999
150. Siener R, Jahnen A, Hesse A. Influence of a mineral water rich in calcium, magnesium and bicarbonate on urine composition and the risk of calcium oxalate crystallization. *Eur J Clin Nutr.* 2004; 58(2):270-6.
151. Simões R. Análise do Desenvolvimento do Termalismo no Brasil. En: Untura M, Frangipani A, Mourão F, Simões R, Alvisi C. Termalismo no Brasil. Minas Gerais: SELT.SBT. 1989, 5-18.
152. Sommariva M, Rigatti P, Viola MR. Prevention of the recurrence of urinary lithiasis: mineral waters with high or low calcium content?. *Minerva Med* 1987; 78 (24):1823-29.
153. Souza RL. Aguas Mineraes do Brasil, Composição, Valor e Indicações Terapêuticas. Rio de Janeiro: Livraria Francisco Alves; 1931.
154. Souza AM, Correa M. Turismo: Conceitos, definições e siglas. Manaus: Editora Valer; 1998.
155. Sposito AC, Caramelli B, Fonseca FA, Bertolami MC, Afiune Neto A, Souza AD et al. [IV Brazilian Guideline for Dyslipidemia and Atherosclerosis prevention: Department of Atherosclerosis of Brazilian Society of Cardiology]. *Arq Bras Cardiol.* 2007;88 Suppl 1:2-19.
156. Staforandova NV, Polushina ND, Istoshin NG, Nerovinia EA. Differential health resort drinking treatment of patients with chronic pancreatitis. *Vorp Kurortol. Fizioter Lech Fiz Kult* 2004; 2: 8-20.

157. Syndicat Nacional des Médecins de Stations Thermales, Marines et Climatiques de France. Le guide des bonnes pratiques thermales. Press Therm et Clim. 2004; 141: 101-143.
158. Thompson WJ. Pathogenesis and management of the irritable bowel syndrome. In: *Evolwing concepts in gastrointestinal motility*. Chanpin MC. Orr WC. Eds. Oxford: BlackwellScience, 1996:200-20.
159. Untura M, Frangipani A, Mourão F, Simões R, Alvisi C. Termalismo no Brasil. Minas Gerais: SELT.SBT. 1989.
160. Untura M. La Historia del Termalismo en Brasil. Anal Hidrol Med, 2010; 3: 35-45.
161. Valtier J. Celice-Pingaud C. Farinotti R. Évaluation *in vitro* de l'activité antiacide des eaux de Saint-Yorre et de Vichy-Célestins dans le modèle de "l'estomac-duodénum artificiels". Ann Gastroenterol Hepatol. 1998;34:157-63.
162. Valtier J. Lionnet F. Vitre MT. Mignon M. A model of an "artificial stomach" for assessing the characteristics of anantiacid. Aliment Pharmacol Ther. 1988;2; 461-70.
163. Veloso HP, Rangel Filho ALR, Lima JCA. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Informe técnico. Rio de Janeiro:Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 1991.
164. Verhas M, De La Gueronniere V, Grognet JM, Paternot J, Hermanne A, Van Den Winkel P, Ghedolf R, Martin P, Fantino M, Rayssiguier Y. Magnesium bioavailability from mineral water. A study in adult men. Eur J Clin Nutr. 2002;56(5):442-7.

165. von Eschwege, WL. Pluto Brasiliensis. Brasilien: Biblioteca Nacional. 2008.
166. Wolffenbüttel A. O que é? Índice de Gini. Revista Desafios do Desenvolvimento. 2013. [consultado 05-09-2013] Disponible en: http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=2048:catid=28&Itemid=23
167. Worcester EM. Stones from bowel disease. Endocrinol Metab Clin North Am. 2002;31(4):979-99.
168. Wynn E, Krieg MA, Aeschlimann JM, Burckhardt P. Alkaline mineral water lowers bone resorption even in calcium sufficiency: alkaline mineral water and bone metabolism. Bone. 2009;44(1):120-4.
169. Wynn E, Raetz E, Burckhardt P. The composition of mineral waters sourced from Europe and North America in respect to bone health: composition of mineral water optimal for bones. Br J Nutr. 2009;101(8):1195-9.
170. Youssef R, Malaisse WJ, Courtois P, Sener A. Alteration of alpha-amylase secretion from rat parotid cells in the absence of extracellular bicarbonate. Int J Med. 2003; 12: 199-200.
171. Zámbo L, Dékány M, Bender T. The efficacy of alum-containing ferrous thermal water in the management of chronic inflammatory gynaecological disorders--a randomized controlled study. Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol. 2008;140(2):252-7.

ANEXO I

MAPAS

1	Mapa del Brasil – División territorial	28
2	Mapa físico de las regiones de Minas Gerais	29
3	Mapa de las rutas de acceso a Caxambu y alrededores	32
4	Mapa topográfico de Caxambu	33
5	Mapa geológico de Caxambu- Subcuenca del Río Bengo	63
6	Mapa hidrogeológico de Caxambu	64

ANEXO II

FOTOS

1	Imagen de satélite de la ciudad de Caxambu	33
2	Colina de Caxambu	34
3	Parque de Aguas Dr. Lysandro Carneiro Guimarães	42
4	Iglesia de Santa Isabel de Hungría	51
5	Parque de Aguas-ubicación de manantiales y edificios	77
6	Parque de Aguas - ubicación de manantiales (cont)	77
7	Escultura de Chico Cascateiro	83
8	Escultura de Chico Cascateiro	84
9	Escultura de Chico Cascateiro	84
10	Escultura de Chico Cascateiro	85
11	Escultura de Chico Cascateiro	85
12	Sistema de envasado de agua- 1904	106
13	Planta de envasado de agua	106
14	Publicidad del agua mineral Caxambu	107
15	Etiqueta de final de siglo XIX	107
16	Etiquetas de inicio del siglo XX	108
17	Sistema actual de envasado	109
18	Balneario de Caxambu - 1868	111
19	Balneario de Caxambu - 1912	115
20	Balneario de Caxambu sin la torre del reloj	119
21	Baldosas hidráulicas del balneario de Caxambu	120
22	Reloj de la estación meteorológica de Caxambu	120
23	Balneario actual	122
24	Puerta de entrada del balneario	123
25	Paneles de las vidrieras pintados	123
26	Cúpula con reloj	124
27	Bañera inicio del siglo XX	128
28	Bañera actual	129
29	Horno de Bier	129
30	Ducha escocesa	130
31	Ducha Vichy	131
32	Piscina interna	131
33	Piscina externa	132
34	Geiser Floriano de Lemos	133
35	Rejas y pilastras en hierro fundido	143
36	F. Beleza - Fachada hexagonal	144
37	F. Beleza - Cúpula de hierro-	144
38	F. Beleza-Manantial	144
39	F. Ernestina Guedes - Panorámica	149
40	F. Ernestina Guedes - Manantial	149
41	F. Ernestina Guedes	149
42	F. Mayrink 1, 2 y 3 - Fachada frontal	155

43	F. Mayrink 1, 2 y 3 – Colutorios y gargarismos	156
44	F. Mayrink 1, 2 y 3 – Manantiales	156
45	F. Mayrink 1, 2 y 3 – Escalera de acceso	156
46	F. Viotti - Pilastra	168
47	F. Viotti - Fachada anterior	168
48	F. Viotti - Manantiales	168
49	Iglesia de Santa Isabel de Hungría	174
50	F. Princesa Isabel - Mención histórica	175
51	F. Princesa Isabel - Manantial	175
52	F. Princesa Isabel - Panorámica	175
53	F. Don Pedro - Panorámica	181
54	F. Don Pedro - Manantial	181
55	F Venâncio – Fachada frontal	186
56	F Venâncio – Manantial	186
57	F. Duque de Saxe - Panorámica	192
58	F. Duque de Saxe - Detalles de la cúpula	192
59	F. Duque de Saxe - Manantial	192
60	F. Doña Leopoldina - Panorámica	197
61	F. Doña Leopoldina - Cúpula	198
62	F. Doña Leopoldina - Manantial	198

ANEXO III

FIGURAS

1	Cuenca del Río Verde	36
2	Compartimentación Geomorfológica del Circuito Aguas	52
3	Diagrama Piper y Scholler-Aguas minerales Caxambu	70
4	Prefácio sobre Caxambu	93
5a	Oficio Ministerio de Negócios Império de Brasil – hoja 1	117
5b	Oficio Ministerio de Negócios Império de Brasil – hoja 2	118
6	Oficio del Ministerio de Negócios del Império de Brasil	118
7a	Documento de la Empresa Aguas de Caxambu – hoja 1	136
7b	Documento de la Empresa Aguas de Caxambu – hoja 2	136

ANEXO IV

GRÁFICOS

1	Balance hídrico de la región de Caxambu	38
2	F. Beleza. Representación de los valores en mg/L	146
3	F. Beleza. Cationes y aniones en mEq/L	146
4	F. Beleza. Cationes y aniones % mEq/L	147
5	F. Ernestina Guedes. Representación de valores en mg/L	151
6	F. Ernestina Guedes. Cationes y aniones en mEq/L	151
7	F. Ernestina Guedes. Cationes y aniones % mEq/L	152
8	F. Mayrink 1. Representación de los valores en mg/L	158
9	F. Mayrink 1. Cationes y aniones en mEq/L	158
10	F. Mayrink 1. Cationes y aniones % mEq/L	159
11	F. Mayrink 2. Representación de los valores en mg/L	161
12	F. Mayrink 2. Cationes y aniones en mEq/L	161
13	F. Mayrink 2. Cationes y aniones % mEq/L	162
14	F. Mayrink 3. Representación de los valores en mg/L	164
15	F. Mayrink 3. Cationes y aniones en mEq/L	164
16	F. Mayrink 3. Cationes y aniones % mEq/L	165
17	F. Viotti. Representación de los valores en mg/L	170
18	F. Viotti. Cationes y aniones en mEq/L	170
19	F. Viotti. Cationes y aniones % mEq/L	171
20	F. Princesa Isabel. Representación de los valores en mg/L	177
21	F. Princesa Isabel. Cationes y aniones en mEq/L	177
22	F. Princesa Isabel. Cationes y aniones % mEq/L	178
23	F. Don Pedro - Representación de los valores en mg/L	183
24	F. Don Pedro - Cationes y aniones en mEq/L	183
25	F. Don Pedro - Cationes y aniones % mEq/L	184
26	F. Venâncio - Representación de los valores en mg/L	188
27	F. Venâncio - Cationes y aniones en mEq/L	188
28	F. Venâncio - Cationes y aniones % mEq/L	189
29	F. Duque de Saxe - Representación de valores en mg/L	194
30	F. Duque de Saxe - Cationes y aniones en mEq/L	194
31	F. Duque de Saxe - Cationes y aniones % mEq/L	195
32	F. Doña Leopoldina - Representación de valores en mg/L	200
33	F. Doña Leopoldina - Cationes y aniones en mEq/L	200
34	F. Doña Leopoldina - Cationes y aniones % mEq/L	201
35	Clasificación de los manantiales según su temperatura	203
36	Manantiales y profundidad de la captación	204

ANEXO V

PLANOS

1	Plano de Manifiesto - Parque de Aguas de Caxambu	79
2	Esbozo de planta de envasado em Caxambu - 1894	98
3	Plano intervención para implementación del PET 108	110
4	Plan edificación Complejo Hidroterápico – año 1874	112
5	Sistema de empedrado lecho del Río Bengo - 1894	114
6	Plan de intervención en el Parque de Aguas - 2009	125
7	Plan de intervención en el Parque de Aguas - 2002	125
8	Plan de intervención en el Parque de Aguas - 2002	126
9	Plan de intervención en el Parque de Aguas - 2007	126
10	Plan de intervención en el Parque de Aguas - 2002	127
11	Plan de intervención en el Parque de Aguas - 2002	127

ANEXO VI

TABLAS

1	Cuencas Hidrográficas aguas abajo - Parques de Aguas	37
2	Datos de interés general de Caxambu	45
3a	Perfil del turista que visita Caxambu	48
3b	Perfil del turista que visita Caxambu (cont.)	49
4	Censo agropecuario de Caxambu - IBGE	51
5	Profundidad de captación y cota de los pozos	64
6	Temperatura manantiales Caxambu-Período 1873-1894	92
7	Características físico-químicas de las fuentes Don Pedro, Viotti, Mayrink 1 e 2	95
8	Características físico-químicas de las fuentes Leopoldina y Duque de Saxe	95
9	Características físico-químicas de las fuentes Beleza, Princesa Isabel y Conde D'Eu	96
10	Análisis de los nueve manantiales de Caxambu según su aspecto, presentación y constitución	96
11	F. Beleza. Características fisicoquímicas	145
12	F. Ernestina Guedes. Características fisicoquímicas	150
13	F. Mayrink 1. Características fisicoquímicas	157
14	F. Mayrink 2. Características fisicoquímicas	160
15	F. Mayrink 3. Características fisicoquímicas	163
16	F Viotti. Características fisicoquímicas	169
17	F. Princesa Isabel. Características fisicoquímicas	176
18	F. Don Pedro. Características fisicoquímicas	182
19	F. Venâncio. Características físico-químicas	187
20	F. Duque de Saxe. Características fisicoquímicas	193
21	F. Doña Leopoldina. Características fisicoquímicas	199
22	Clasificación de los manantiales según su temperatura	202
23	Manantiales y profundidad de la captación	203
24	Clasificación manantiales - Mineralización global	204
25	Clasificación manantiales - Componentes predominantes	205
26	Temperaturas siglo XIX	210
27	F. Beleza. Constancia de composición	214
28	F. Conde D'Eu. Constancia de composición	215
29	F. Don Pedro. Constancia de composición	216
30	F. Duque de Saxe. Constancia de composición	217
31	F. Ernestina Guedes. Constancia de composición	218
32	F. Leopoldina. Constancia de composición	220
33	F. Mayrink 1. Constancia de composición	221
34	F. Mayrink 2. Constancia de composición	222
35	F. Mayrink 3. Constancia de composición	223
36	F. Princesa Isabel. Constancia de composición	224
37	F. Venâncio. Constancia de composición	225

