ANAIS do 10º Congresso Nacional de Espeleologia Ouro Preto MG. 14-16 de novembro de 1975 - ISSN 2178-2113 (online)



O artigo a seguir é parte integrando dos Anais do 10º Congresso Nacional de Espeleologia disponível gratuitamente em www.cavernas.org.br/10cbeanais.asp

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

PAVIA, F.. Condiciones Habitacionales de las Cavernas: contribuición a la arqueologia. In: RASTEIRO, M.A.; CORBANI-FILHO, M. (orgs.). CONGRESSO NACIONAL DE ESPELEOLOGIA, 10, 1975. Ouro Preto. Anais... Campinas: SBE, 2018. p.77-88. Disponível em: http://www.cavernas.org.br/anais10cbe/10cbe 077-088.pdf>. Acesso em: data do acesso.

Consulte outras obras disponíveis em www.cavernas.org.br

Ouro Preto MG, 14-16 de novembro de 1975 - Sociedade Brasileira de Espeleologia



CONDICIONES HABITACIONALES DE LAS CAVERNAS: CONTRIBUICIÓN A LA ARQUEOLOGIA

Francisco PAVIA

Instituto de Arqueologia Brasileira – I.A.B.

INTRODUCCIÓN

Durante la prospección arqueológica realizada en el mes de julio de 1972 en la zona del Alto Rio San Francisco, MG (Brasil) bajo la dirección del profesor Ondemar Dias Junior, se localizaron varios lugares de interés arqueológico. Unos situados a cielo abierto, otros en cavernas y en abrigos.

aislar Para llegar estos sitios "arqueológicamente fértiles", se tuvo que discernir entre otros muchos que fueron catalogados como "arqueológicamente estériles".

La mayoría de los lugares prospeccionados, se encontraban en abrigos y cavernas.

Fue en estos tinos de sitio donde ciertas peculiaridades que venían llamando nuestra atención en la "observación continua libre e inconsciente" se vieron acentuadas: Habla una casi constante correspondencia biunívoca entre el tipo de clasificación del lugar, "arqueológicamente fértil" o "arqueológicamente estéril" y la influencia que ciertas características actuando, consciente e inconscientemente, sobre nosotros nos causaban aquella sensación "de lugar apropiado, o de inhabitable".

Como consecuencia se pasó a un tipo de observación activa dirigida, procurando separar lo esencial de lo accidental, intentando aislar las distintas causas motivadoras de aquella impresión. Así mismo se efectuaron algunas mediciones preliminares.

mediciones En algunos casos estas proporcionaron resultados que nos sorprendieron como fue el de las mediciones psicométricas efectuadas en el "Buração dos Bichos" en Piumhi (MG).

Esta serie de medidas y observaciones eran escasas para llegar a conclusiones, pero invitaban a la intuición a iniciar esquemas, de cómo ciertas causas deberían influir favoreciendo o dificultando la utilización de las cavernas como refugio.

En los diversos trabajos arqueológicos en fue participamos en el Estado do Rio de Janeiro con el Instituto de Arqueologia Brasileira (IAB) y en visitas efectuadas a diversos sitios de la costa,

sentimos que ciertos factores debieron optimizar las condiciones de ciertas áreas para su ocupación por el hombre prehistórico.

En algunos sitios estos factores debieron ser bien específicos y prosiguieron por los tiempos. Es frecuente el observar que ciertas colonias de pescadores se encuentran situadas sobre o muy próximas de antiguos sitios arqueológicos.

Por encontrarse estos sitios del litoral, en su mayoría a cielo abierto en un medio geográfico completamente diferente al del Alto São Francisco, las causas que probablemente motivaron su ocupación, eran de tipo bien diferente a aquellas que probablemente motivaron la ocupación de aquellos abrigos que habíamos observado en la región Kárstica del Alto São Francisco.

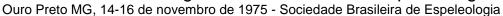
Sin embargo aquella primera idea de que había una gran diferencia entre la problemática que nos habíamos planteado en la región Kárstica y la que estábamos vislumbrando rara la región litoranea se desvaneció al percibir que un denominador común existía en ambas.

Esa impresión de que el hombre no había utilizado los lugares al azar, sino por el contrario lo habla hecho aprovechando al máximo aquellas condiciones favorables existentes en la región.

Está idea se generalizó, no como una conclusión sino como una hipótesis de trabajo, y el hombre se nos presentó como un sagaz aprovechador de las pequeñas oportunidades y condiciones favorables que la naturaleza le ofrece.

Este "oportunismo humano" ha debido ser tanto más necesario cuando las condiciones del medio hayan sido más adversas. Y ha debido ser tanta más intenso cuanto más integrado estaba el hombre a su medio.

En las campañas de "Missão Arqueológica Franco-Brasileira" en Lagoa Santa (MG) de los años 73, 74, 75, dirigida por Mme. A. Laming Emperaire de "Lecole Pratique des Hautes Etudes" et "URA nº 5", Paris, tuvimos la oportunidad de proseguir nuestras observaciones sobre la utilización de los abrigos y cavernas de las regiones Kársticas. Así como sobre las influencias que ciertas características geomorfológicas ejercen en el mecanismo que



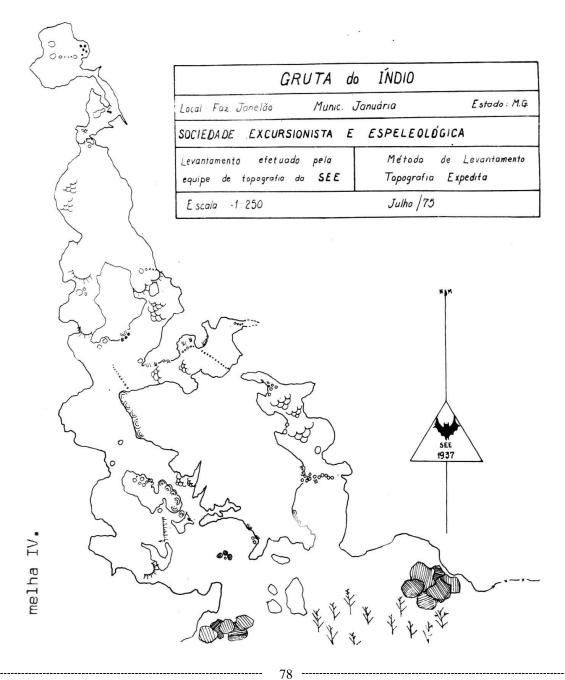


proporciona las condiciones responsables de favorecer o dificultar la utilización de ciertos abrigos por el hombre prehistórico.

En la inspección de unos gráficos que efectuamos para conocer la distribución de la orientación geográfica de los diversos sitios arqueológicos se observa una gran concentración en el semicírculo NE-N-SW, mientras son escasos en el semicírculo NE-S-SW. En la figura (I1) trazando un diámetro entre los 65°30 y 245°30, en el semicírculo del Norte existen 10 casos de sitios arqueológicos, mientras en el otro semicírculo sólo 2 presentaron evidencias arqueológicas.

Esta "no aleatoriedad" en la orientación de los sitios arqueológicos, era un elemento que apoyaba

nuestras hipótesis iniciales y que nos incentivó a iniciar estudios más detallados sobre la insolación de las cavernas. Desconocedores de técnicas que nos permitiesen calcular de una forma práctica el comportamiento del sol en cada uno de los puntos de un abrigo o caverna, según el día del año y la hora, teniendo en cuenta to dos los obstáculos y las irregularidades del contorno del acceso, nos animamos a desarrollar un método utilizando conocimientos básicos de astronomía, trigonometría y fotografía. Aplicamos este método de los "diagramas de insolación puntual" (DIP) por primera vez en el estudio de la insolación de Lapa Vermelha IV.



Ouro Preto MG, 14-16 de novembro de 1975 - Sociedade Brasileira de Espeleologia



EL OPORTUNISMO HUMANO Y LA ESTRATIGRAFÍA

Es bien conocido que la estratigrafía es un "instrumento" fundamental en la excavación arqueológica. Esta técnica se pasa en el siguiente principio:

En una sucesión de camadas de sedimentos (en que no hubo alteración de posición) cada camada se depositó posteriormente a aquellas que ocupan posiciones inferiores y es anterior a las superiores con relación a ella.

Este sencillo principio que establece uno de entre los tres tipos de relación "...Anterior a...", "...Contemporáneo a...", "...Posterior a...", ha sido la base de toda la cronología relativa.

El gran éxito de la aplicación de esta técnica en el campo de la arqueología prehistórica se debe principalmente al hecho frecuente, y en principio sorprendente, de que al excavar los sitios arqueológicos se encuentra más de una camada de ocupación en disposición estratigráfica que denota una serie de reocupaciones, separadas o no por camadas estériles arqueológicamente.

Supongamos que los sitios arqueológicos presentasen una única ocupación en el tiempo, esto hubiera impedido el establecimiento de una cronología relativa a partir directamente de los restos arqueológicos y todos los avances en este campo hubieran necesitado efectuarse indirectamente a través de la geología y otras ciencias.

Más lo que nos preocupa no son las dificultades que las "ocupaciones únicas" de los sitios arqueológicos hubieran causado para el establecimiento de una cronología relativa. Ni lo afortunados que somos por la frecuencia de sitios que presentan evidencias de "ocupaciones múltiples". Lo que real-mente atrae nuestra atención es el hecho de estas "ocupaciones múltiples" en sí.

Entre los primeros conceptos que se reciben de los métodos arqueológicos se encuentra el de estratigrafía que lleva implícito la idea de su cesión de ocupaciones.

En las publicaciones y velatorios arqueológicos son frecuentes los "cortes estratigráficos" mostrando los diversos niveles de ocupación.

Los trabajos de campo se efectúan a menudo en sedimentos que nos muestran este tipo de ocupación repetida. El hecho de esta gran frecuencia de sitios con evidencias de reocupación humana, contrasta con las enormes áreas sin evidencia del hombre del pasado.

Próximo a cavernas con múltiples niveles de ocupación, se encuentra muchas otras sin el menor indicio.

Esta falta de aleatoriedad en la distribución de los restos arqueológicos demuestra la existencia de causas que influyen en su concentración.

Es obvio por otra parte que no se trata de una causa única discernidora, sino más bien una función resultante de diversas características; aunque algunas de ellas puedan ser determinantes en el sentido negativo.

Algunos de los resultados de la aplicación de la técnica estratigráfica, en las excavaciones arqueológicas son: La distinción nítida de los periodos en que el lugar era ocupado y de los periodos no ocupados: La asociación entre sí de todos los restos arqueológicos pertenecientes a una misma ocupación: Y datación precisa de cada una de estas ocupaciones cuando es posible por el Radio Carbono C14.

Como consecuencia y basados en la existencia de estratos intermedios arqueológicamente estériles; de la existencia a menudo de grandes diferencias tipológicas entre la industria de ocupaciones sucesivas, y sobre todo de las diferencias en las dataciones entre ciertas ocupaciones, se puede deducir que no se trata de causas "Culturales" las que influyeron en el mecanismo de esta múltiple reocupación de algunos sitios arqueológicos.

De esta forma pueda evidenciada la existencia de circunstancias intrínsecas peculiares en determinados lugares que les han dado características especiales y los han formado en verdaderas centros de atracción para ser utilizados por el hombre.

No obstante existen sin duda gran número de lugares utilizados por motivos exclusivamente culturales.

BURAÇÃO DOS BICHOS

En el municipio de Piumhi (MG) muy próximo al Rio São Francisco se encuentra la gruta denominada "Buracão dos Bichos".

Ella sorprende por el gran volumen de restos de cerámica allí existente, superando en mucho todos los otros sitios arqueológicos que conocemos en la región. Esta gran cantidad de cerámica su tipo,

Ouro Preto MG, 14-16 de novembro de 1975 - Sociedade Brasileira de Espeleologia



indican una utilización intensa del lugar. Efectuamos unas medidas aspiro-psicométricas obteniendo:

- Ω Temperatura seca; Ts = 21.1°C
- Ω Temperatura húmeda; Ts = 15.1°C
- Ω Correspondiendo a una húmeda relativa: Hv =52%

Como podremos ver estas condiciones climáticas no son superables en idoneidad y corresponden e los valores ideales que se pretenderían obtener en un proyecto de climatización de un ambiente en que se buscase obtener el mayor conforto humano.

Estos resultados nos plantearon el dilema: Seria que realmente habla una íntima relación entre aquellas condiciones climáticas óptimas, y los indicios de una intensa utilización del lugar, por el hombre?

Por el contrario era una coincidencia, un simple resultado al azar? Las evidencias de una intensísima ocupación eran un hecho. No obstante, los datos obtenidos por las medidas psicométricas podían ser el resultado de la casualidad, del día y momento. No hubo oportunidad para efectuar medidas sistemáticas que nos aportasen mayores conocimientos sobre el microclima de la caverna.

Las condiciones climáticas del lugar varían sin duda afectadas por las condiciones climáticas externas, sin embargo el bajo índice de humedad dm una caverna no puede ser resultado de un capricho climático de un día, sino más bien de varias características bien específicas del lugar.

Independientemente del comportamiento real que rueda tener el microclima del "Buracão dos Bichos" fue esa asociación de ideas la que nos señaló "la busca del confort por el hombre prehistórico" como una de las principales razones canalizadoras que lo llevaron a ocupar con preferencia determinadas (cavernas o lugares). Esto nos obligó a recordar el concepto de confort humano.

CONFORT HUMANO, METABOLISMO Y EQUILIBRIO TÉRMICO

La sensación de bien-estar que definimos por "confort" presupone una serie de condiciones; u na especie de no agresividad del medio para con el hombre, una forma de equilibrio. El hombre puede

sentir la agresión del medio tanto física como psíquicamente.

El ruido, la temperatura, la humedad, el viento, da luz, impurezas en el aire etc. pueden agredir al hombre en su estado físico.

La oscuridad, ciertos sonidos, el temor a la sorpresa, al miedo a lo desconocido etc. pueden agredir al hombre en su estado psíquico.

El confort humano presupone ese equilibrio tanto físico como psíquico del hombre con el medio y consigo mismo.

Pensamos que tanto la sensación de confort físico como la de psíquico han desempeñado importante función en la utilización de los lugares por el hombre.

EQUILIBRIO TÉRMICO

Entre ciertas variables que influyen en el confort físico existe una determinada relación, por lo que deben ser estudiadas en conjunto, y son responsables de lo que llamamos equilibrio térmico.

Las células que constituyen el hombre necesitan de un aporte continuo de energía, para poder desempeñar las diversas funciones; síntesis, transportes, formación de nuevos tejidos etc.

La energía necesaria para la realización de este trabajo interno y de los trabajos externos realizados por el cuerpo provienen de las reacciones energógenas de las diversas fases de aprovechamiento de las substancias nutritivas.

En estas transformaciones energéticas del metabolismo es imposible un aprovechamiento to tal de la energía, parte de ella es degradada a la categoría más baja de las distintas formas en que se puede presentar energía; a modalidad térmica.

Este calor inaprovechable por el organismo debe ser eliminado.

El hombre por poseer un organismo homeotermo debe eliminar con la misma velocidad de formación, este calor resultante del metabolismo, para que no se produzcan variaciones en la temperatura de su cuerpo.

Si hay equilibrio entre el calor generado por el metabolismo físico y el eliminado existe equilibrio térmico, el individuo no siente calor ni frio. Si existe dificultad en eliminar este calor por las condiciones del medio, el hombre siente una sensación de desconfort (siente calor). Como consecuencia el organismo activa ciertos

www.cavernas.org.br 80 ------sbe@cavernas.org.br

Ouro Preto MG, 14-16 de novembro de 1975 - Sociedade Brasileira de Espeleologia



mecanismos para facilitar la eliminación de este calor; la transpiración aumenta, la circulación sanguínea se efectúa más superficialmente etc.

Si por el contrario el medio está extrayendo del cuerpo más calorías que las generadas, el hombre siente la sensación de desconfort, (frio).

El organismo activa ciertos mecanismos rara aumentar el calor generado y dificultar su cambio con el medio exterior. Las formas de intercambio de calor del hombre con el medio son:

- a) por convección: con el aire.
- b) por conducción: por contacto directo con los cuerpos.
- c) por radiación: con cuerpos envolventes.
- d) por evaporación: del agua sobre la piel (del sudor, de la lluvia etc.).

Este intercambio de energía del hombre con el medio es facilitado o dificultado por las condiciones de temperatura, humedad relativa, y velocidad del viento existentes. Así como por la temperatura de las superficies que la rodean.

Estas variables aunque de carácter natural pueden sufrir ciertas alteraciones de influencia cultural como el caso de la formación fuego, del levantamiento de paravientos o la ejecución de abrigos por el hombre.

Otro elemento que juega importante papel en este intercambio de energía, es aquel aislante que el hombre intercala entre él y el, medio, elemento típicamente cultural, que designamos por vestido, (o ropa).

El hombre posee otra alternativa para influir en el intercambio energético entre él y el medio.

Es el aprovechamiento de ciertas características y oportunidades que la-naturaleza le ofrece, como puede ser el exponerse a los rayos solares, o la búsqueda de una sombra para protegerse; la búsqueda de un lugar protegido de ciertos vientos, o expuesta a las brisas; la utilización de abrigos y cavernas como refugio etc.

Estas actitudes del oportunismo humano pueden clasificarse, en la escala evolutiva del conocimiento, entre el más puro instinto animal y un elemento del bagaje cultural de un grupo, transmitido por la tradición oral y resultado de la experiencia.

Hemos visto que hay un intercambio energético entre el hombre y el medio y que el hombre puede introducir elementos culturales o no

para interferir en ese intercambio, procurando las condiciones de confort térmico.

Hemos dicho también que las variables que influyen en el confort térmico son: Temperatura, humedad, velocidad del viento y temperatura de las superficies envolventes.

Los valores de estas variables para los cuales se produce el confort térmico depende da la:

- Ω Actividad (trabajo, reposo, metabolismo);
- Ω Edad;
- Ω Sexo;
- Ω Grupo étnico;
- Ω Hábito (a largo y corto plazo);
- Ω Constitución física (persona);
- Ω Ropa.

Como ejemplo veamos los valores recomendados para locales públicos:

CONDICIONES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD APROPIADAS

Humedad	Limites de Temperatura	
	Verano °C	Invierno °C
0,30	21 - 28	18 - 24
0,40	20,5-27	17,5 - 23,3
0,50	20 - 26	17 - 22,5
0,60	19,5 – 25	16,5 – 21,8
0,70	19 - 24	16 - 21

Las condiciones medias óptimas son: $20 < \theta < 22^{\circ}C$ $0.50 < \phi < 0.60$

Podemos observar que cuando los índices de humedad son bajos la variación de temperaturas permaneciendo en la faja de condiciones aceptables es mayor que para el caso de humedades altas.

INFLUENCIA DE LA GEOMORFOLOGÍA KÁRSTICA EN LAS CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE LAS GRUTAS Y ABRIGOS

Una característica general del comportamiento climático de las grutas es su gran inercia a los cambios. Las variaciones de temperatura de una gruta en función de las variaciones externas está muy amortiguada.

El gran índice de humedad es otro de los factores genéricos a la mayoría de las cavidades.

Ouro Preto MG, 14-16 de novembro de 1975 - Sociedade Brasileira de Espeleologia



La zona de interés arqueológico de una gruta es la más externa, mucho más afectada por los cambios climáticos que las internas pero sin haber perdido totalmente esas características de inercia térmica y elevada humedad.

La característica de "inercia térmica" que poseen las grutas las hace idóneas desde el punto de vista habitacional, pues su temperatura se aproxima a la media del lugar, eliminando las condiciones extremas.

El gran índice de humedad de las grutas es una característica negativa desde el punto de vista habitacional. Su humedad en general próxima al estado de saturación las convierte inconfortables e insalubres.

Sin embargo es frecuente encontrar en un mismo macizo Kárstico, a veces no muy alejados entre si, abrigos de condiciones climáticos muy distintas.

Mientras en algunos, andamos sobre el barro rojizo, en otros relativamente próximos, el suelo es completamente polvoriento.

No siempre estas diferencias climáticas entre abrigos son tan acentuadas; necesitando normalmente de instrumentos para detectarlas.

Estas diferencias climáticas entre abrigos de la misma región se deben principalmente a diferencias de humedad relativa. Y esta a su vez, de las formas de aporte, eliminación y permanencia, del agua en ellas.

El agua causante de la humedad de una caverna puede tener diversos orígenes, que podemos, agrupar en dos conjuntos:

A) De origen hipogea:

- a-1) Cauces hipogeos;
- a-2) Dolinas, fisuras y otras formas de absorción rápidas;
- a-3) Planos de estratificación y leptoclasas.
- a-4) Condensaciones de masas de aire procedentes de zonas profundas

B) De origen epigea:

- b-1) Cauces epigeos;
- b-2) Aguas de escorrentía;
- b-3) Lluvia directa;
- b-4) Condensaciones de masas de aire procedentes del exterior.

ELIMINACIÓN: La eliminación del agua puede tener diversos destinos que agrupamos en dos conjuntos:

C) Con destino hipogeo:

- c-1) Cauces hipogeos;
- c-2) Diaclasa, sumideros, espacios entre bloques clásticos, etc.;
- c-3) Infiltración a través de los sedimentos;
- c-4) Evaporaciones producidas por masas de aire con dirección hipogea.

D) Con destino epigeo:

- d-1) Cauces epigeos;
- d-2) Aguas de escorrentía;
- d-3) Evaporaciones producidas por masas de aire con dirección epigea;
- d-4) Evaporación por la radiación solar.

PERMANENCIA: El agua puede encontrarse en una gruta de diversas formas:

E) Permanencia:

- e-1) Cauces;
- e-2) Lagos;
- e-3) Gours:
- e-4) Gotas;
- e-5) Goticulas de condensación;
- e-6) Pelicular;
- e-7) Barro;
- e-8) Otros.

Dependiendo de la forma como se efectué el aporte, la permanencia y la eliminación del agua de un abrigo, su influencia en el microclima es diferente.

Es obvio que es diferente (por ejemplo):

- A. Pue el aporte de agua se efectúe por una surgência en un único lugar, o que diseminado por millares de estalactitas de goteo continuo.
- B. Que un determinado volumen de agua se encuentre en una gruta localizado en un "gour", o esparcido mojando la mayoría de las superficies con espesuras peliculares.
- C. Que la eliminación del agua se efectúe, a través de espacios entre bloques, o por infiltración en sedimentos finos.

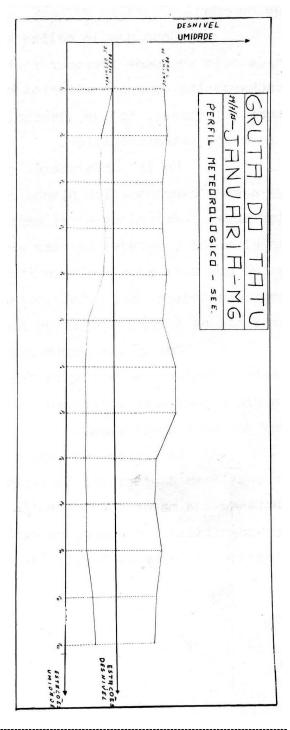
<u>www.cavernas.org.br</u> 82 <u>sbe@cavernas.org.br</u>

Ouro Preto MG, 14-16 de novembro de 1975 - Sociedade Brasileira de Espeleologia



Un efecto consecuente de la penetración de masas de aire en un ambiente con presencia de agua es el descenso de la temperatura de este, por la energía que el agua toma para su evaporación, al saturar el aire.

La evaporación es tanto más intensa cuanto mayor es la superficie en contacto entre el agua y el aire. En los abrigos las condiciones cli maticas dependen en gran parte de las características geomorfológicas, las cuales influyen en las formas de aporte, permanencia y eliminación del agua del lugar veamos algunos casos:



A) ESTRATIFICACIÓN

La disposición estratigráfica del Karst en que se alberga una gruta contribuye en su grado de humedad.

Dado que la caliza es impermeable, el agua solo se puede introducir a través de ella, aprovechando los espacios abiertos por algún tipo de rotura (diaclasas, fallas, leptoclasas, etc.,) o por los planos de estratificación.

En la observación de la figura A-1 se ve que aprovechando los planos de estratificación las aguas infiltradas en el macizo calcáreo surgirán en el techo y paredes de esta gruta en un continuo goteo que dará a la gruta un rico proceso de litogénesis (estalactitas, estalagmitas etc.) así como un ambiente de elevado índice de humedad.

Por el contrario una disposición de estratos semejante a la figura A-2 contribuirá a que la gruta sea seca pues estos actuaron como deflectores del agua infiltrada.

La figura A-3 muestra como la presencia de unas fisuras facilita la penetración del agua, produciendo una mayor concentración de las formaciones estalagmíticas a lo largo de estas fisuras, así como causando una elevación del índice de humedad.

B) EL NÚMERO DE ACCESOS

En una cavidad el número de accesos y grietas que la comunican con el exterior, así como la diferencia de altura a la que estos se encuentran son responsables por la formación de corrientes de aire.

Dado que las intercomunicaciones en muchos de los casos son inaccesibles por el hombre, a veces serán definidos como cavidades distintas aun que existe una comunicación directa entre ellas para las corrientes de aire.

En otros casos solamente una boca será accesible reduciéndose el resto a una serie de fisuras esparcidas por el Karst.

En una cavidad con dos orificios de acceso a distinto nivel, (fig. B-1) durante el invierno se comporta como una chimenea. El aire externo frio y consecuentemente más denso penetra en ella por el orificio inferior, calentándose y humedeciéndose disminuyendo su densidad y surgiendo por el orificio superior creándose así un "tiraje natural".

El tipo de circulación durante el verano es al contrario, el aire penetrará por el orificio superior y resurgirá por el orificio inferior. (En tanto que el aumento de densidad por enfriamiento en el interior,

Ouro Preto MG, 14-16 de novembro de 1975 - Sociedade Brasileira de Espeleologia



sea mayor que la disminución de densidad por humidificación). En las circulaciones in vernales se producen grandes condensaciones y en con secuencia ambientes húmedos en los accesos situados en la parte superior de éste tipo de cavernas.

En el verano pueden producirse condensaciones en el interior del Karst y en los accesos inferiores.

En las cavernas de un solo acceso se producen también pequeñas corrientes de aire del tipo de convección, producidas por las variaciones de densidad en las masas de aire que penetran en ella, al variar la temperatura y humidificarse; Fig. B-2, B-3 y B-4.

C) LA FORMA DEL TECHO.

En las cavernas la disposición de los techos puede ocasionar una acción selectiva con relación a las masas de aire de su interior, (Fig. C-1 y C-2).

Techos en forma de bóveda atrapan las masas de aire húmedo por ser estas menos densas.

En tanto que techos en rampa positiva hacia la salida facilita la eliminación de las masas de aire húmedo.

La disposición de los techos de una caverna actúa de forma semejante a la mencionada, cuando se refiere a retención y disipación de humos de hogueras producidas en su interior.

D) VOLUMEN INTERNO

El volumen interno de una gruta, es responsable por el microclima de la región externa.

Aunque en muchos casos se trata de cavernas de poca profundidad aparente. Figuras y espacios entre bloques pueden comunicar con espacios internos del Karst, cuyo volumen total puede ser muy elevado.

En este caso las variaciones de presión barométrica externa, provocaran importantes corrientes de viento al entrar o salir grandes volúmenes de aire debido a la diferencia de presiones interna y externa.

En algunos casos produciéndose intensas condensaciones. Como ocurre cuando baja la presión ambiente y la temperatura externa son inferior a la del Karst. Los aires saturados del interior salen por causa de la disminución de la presión externa, y próximos a la salida sufren la influencia de temperaturas más bajas lo cual

provoca la condensación sobre todas las superficies próximas.

E) DISPOSICIÓN Y FORMA DE LA ENTRADA

La radiación solar es uno de los principales factores responsables por el microclima de un abrigo o caverna. La duración de esta radiación, la distribución de áreas soleadas y de sombras en función de la hora, y la estación, dependen de la disposición y forma de la entrada, de obstáculos y de forma del horizonte, así como dela latitud del lugar. Con el fin de poseer un sistema, practico en campo para determinar el comportamiento del sol sin dejar de considerar las irregularidades y complexidades de los accesos, desenvolvimos el método de los "DIAGRAMAS DE INSOLACIÓN PUNTUAL (D.I.P)".

Este método lo aplicamos por primera vez en el "Estudio de la insolación de Lapa Vermelha IV, Lagoa Santa MG".

Teniendo en cuenta que la descripción del procedimiento de ejecución de los D.I.P. alargarÍa este espacio y dado que se encuentra ya en prepa ración para ser publicado nos limitaremos a describirlos e interpretarlos.

Los D.I.P. utilizados como ejemplo pertenecen a la colección de los D.I.P. de Lapa Vermelha IV.

DIAGRAMAS DE INSOLACIÓN PUNTUAL (D.I.P.)

Estos diagramas son el resultado de un procedimiento en que se han utilizado unos conceptos básicos de astronomía, de trigonometría y fotografía. Ellos muestran un reticulado formado por rectas horizontales y arcos verticales sobre una composición fotográfica, tomada con una cámara desde el punto que pretendemos estudiar y soportada en unas posiciones preestablecidas. Para su interpretación veamos los D.I.P. mostrados como ejemplo:

De las siete rectas horizontales (o paralelo) la central representa el ecuador celeste o sea la trayectoria recorrida por el Sol en los Equinoccios de primavera y otoño (los días 21 de Marzo el 21 de Septiembre).

La recta que ocupa la parte superior (para un D.I.P. efectuado en el hemisferio Sur) representa el trópico de capricornio o sea la trayectoria descrita por el sol durante el solsticio de verano (el 21 de Diciembre).

-------<u>www.cavernas.org.br</u> 84 -------<u>sbe@cavernas.org.br</u>

Ouro Preto MG, 14-16 de novembro de 1975 - Sociedade Brasileira de Espeleologia



La horizontal inferior representa, el trópico de cáncer, trayectoria descrita por el sol durante el solsticio de inverno (el 21 de Junio).

La segunda paralela (de arriba abajo) re presenta la trayectoria del sol el 21 de Enero y el 21 de Noviembre.

La tercera el 21 de Febrero y el 21 de Octubre.

La quinta el 21 de Abril y el 21 de Agosto.

La sexta el 21 de Mayo y el 21 de Julio.

En caso de necesidad los restantes días del año se pueden definir mediante una interpolación.

Los arcos y retas verticales representan los meridianos celestes, espaciados entre sí, un arco correspondientes a 7º 30 o sea el ángulo descrito por el sol en media hora.

En la parte central del D.I.P., es mostrada una recta vertical con el subíndice 12. Esta línea representa el meridiano del lugar. Todos los días a las 12h (hora solar del lugar) el sol ocupará un punto de este meridiano. Este punto dependerá del día y vendrá determinado por la intersección de dicho meridiano y la recta horizontal representante del paralelo recorrido por el sol en ese día.

Los otros meridianos han sido trazados tomando como eje de referencia el meridiano del lugar.

De dos en dos horas se han trazado subíndices para facilitar la lectura (siempre representando hora solar del lugar).

En los D.I.P. efectuados en el hemisferio sur estos meridianos indican hora creciente de derecha a izquierda, mientras los efectuados en el sentido contrario. Debe ser notado que los meridianos de las 10h y 14h aparecen duplicados por el problema de la representación en un plano de una superficie esférica.

Las áreas en forma de cuña que son mostradas entre los meridianos duplicados, no deben tenerse en cuenta. De esta forma podemos obtener la posición que el sol ocupa en el espacio celeste en cualquier momento del año por la intersección del meridiano que define la hora y el paralelo que representa el día.

En los D.I.P. la retícula de meridianos y paralelos están dibujada sobre una composición

fotográfica que muestra todos los obstáculos que se interponen entre el sol y el punto a ser estudiado.

Este punto en cuestión (lugar donde es taba situada la cámara fotográfica) recibirá insola cian directa, en aquella fracciones de cada día, en que no hay obstáculos entre él y la trayectoria aparente del sol para dicho día. La insolación para todo el año viene representada por el área interna al reticulado del D.I.P. que muestra el firmamento.

Dado que la distancia entre dos mediría nos consecutivos corresponde a una duración de insolación de media hora, y que la distancia entre dos paralelos consecutivos comprende todas las trayectorias aparentes de 30 días (o 31) en sentido verano invierno y otros 30 días en sentido invierno verano. Cada retícula de los D.I.P. (independiente de su tamaño) representa 1/2 (30 + 30) = 30 horas insolación /año.

Esto nos permite calcular el total de horas de insolación que puede recibir dicho punto en un año. Contando las retículas y fracciones de estas que muestran el firmamento, multiplicando el resultado por 30.

Este total de horas se quede subdividir según épocas del año, según periodos del día, o en combinación de ambos.

Las líneas del perfil de los obstáculos sobre el firmamento, comprendidas dentro de la área reticulada define los horarios de inicio y finalización de la insolación para el punto en estudio durante todo el año.

Pensamos que el comportamiento del sol en un abrigo ha podido ser responsable no solamente de la iluminación y de las condiciones climáticas del lugar, sino también de que en determinados casos hubiera una preferencia en la utilización de unas áreas u otras, según el periodo del día y de las actividades a estas asociadas.

Esperamos que lo expuesto ayude para a portar algún nuevo conocimiento al estudio de los abrigos y cavernas, que fueron refugio del Hombre por milenios, y que desempeñaron sin duda un papel muy importante en toda su evolución.

Convencidos de que el mejor conocimiento de estos refugios, que la naturaleza proporciona generosamente, nos ayudaran a mejor comprender al Hombre que muy oportunamente los ha sabido aprovechar desde los umbrales de la humanidad.



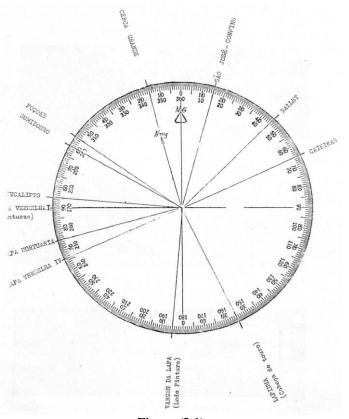
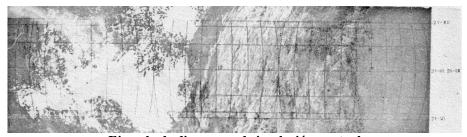
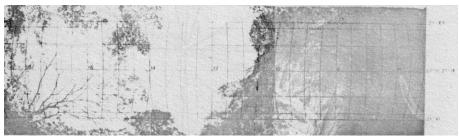


Figura (I-1)



Ejemplo de diagramas de insolación puntual



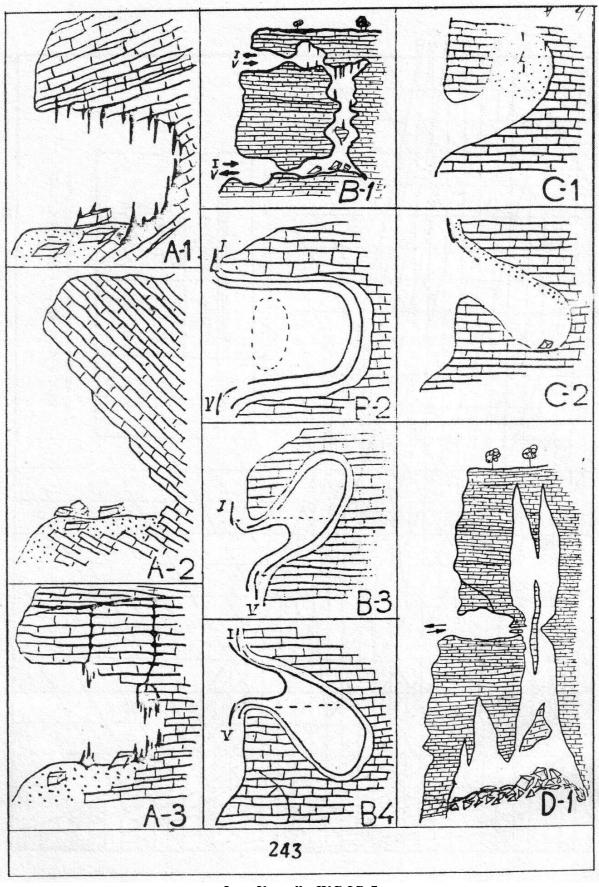
Lapa Vermelha IV D.I.P. 3



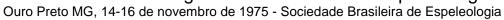
Lapa Vermelha IV D.I.P

ANAIS do 10º Congresso Nacional de Espeleologia Ouro Preto MG, 14-16 de novembro de 1975 - Sociedade Brasileira de Espeleologia

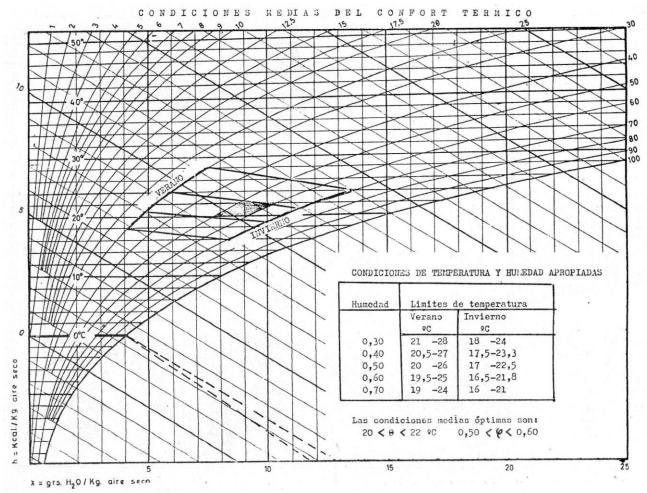




Lapa Vermelha IV D.I.P. 7







Condiciones medias del confort térmico

BIBLIOGRAFIA

Academia Hutte de Berlin. "Manual del Ingeniero" Des Ingenieurs Taschenbuch. Traducida de la 28ª edició alemana, Hutte 1, Barcelona Editorial Gustavo Gili, S.A. 1965.

Documenta Geigy. "Tablas Científicas". Sexta edición, Basilea, Suiza, J.R.Geigy, 1965.

- LAMING-EMPERAIPE A. (y otros). "Grottes et Abris de la Región de Lagoa Santa (MG)". Paris. Ecole Pratique Des hautes Etudes. VIe Section, 1975.
- LLOPIS LLADO, NOEL. "Fundamentos de Hidrogeologia Karstica". Primera edición. Madrid Editorial Blume, 1970.
- MTP International Review of Science. Robertshaw, D. "Environmental Physiology". (Physiology, Series One, v 7). Butterworths. University Park Press, 1974.
- PEREZ DEL NOTARIO, P.. "Termodinámica". Madrid. Insituto Nacional de Tecnica Aerospacial, Esteban Terrabas, 1966.
- Serviço Meteorologico Nacional. "Tablas Psicométricas y Aspiro-psicrométricas". Madrid. Ministerio del Aire. 1966.

TROMBE; F.. "Traité de Spéléologie". Paris. Payot, 1952.

www.cavernas.org.br 88 ------sbe@cavernas.org.br